

Földtani kutatás

1986. XXIX. évfolyam 4. szám

A szerkesztő bizottság elnöke:
DR. DANK VIKTOR

A szerkesztő bizottság tagjai:
DR. ALFÜLDI LÁSZLÓ
DR. HÁMOR GEZA
DR. KARÁCSONYI SÁNDOR
DR. KÓKAI JÁNOS
DR. MÜLLER PÁL
SZÉLES LAJOS
DR. VÉGH SÁNDORNÉ
VIZY BÉLA
DR. ZELENKA TIBOR

Szerkesztő:
DR. HORN JÁNOS

*

Szerkesztőség:
Budapest I.,
Iskola u. 19—27. VII. 710.
Telefon: 351-953

*

Felelős kiadó:
Központi Földtani Hivatal

*

A Földtani Kutatás megjelenik
évente négy alkalommal
Egy-egy lap ára 30,— Ft
Előfizetési és terjesztési ügyben
felvilágosítást
a Magyarhoni Földtani Társulat
(Bp. VI., Anker köz 1.) ad
Telefon: 229-870

HU ISSN 0133—2422

Felelős vezető:
Papp Károly igazgató

FMNYV DT 275060

TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Alföldi László: A felszín alatti vízáramlások szerepe a vízkészletek megújulásában — — — — —	3
Almássy Endre: Felszín alatti vizekkel való gazdálkodásunk fejlődése és lehetőségei — — — — —	11
Liebe Pál: A rétegvizek regionális nyomáscsökkenése a rétegvízészlelő kúthálózat adatainak tükrében — — — — —	17
Major Pál: A magyar medence talajvízszint-alakulása — — — — —	23
Dr. Pálfi Imre: Talajvízfeltörések a Dél-Alföldön — — — — —	33
Csepregi András—Nagy András: A Maros-hordalékkúp felszín alatti vízkészletének védelme — — — — —	39
Dr. Alföldi László: A felszín alatti vizek nitrátosodása — — — — —	51
Dr. Böcker Tivadar: A beszivárgás folyamatának vizsgálata karsztos területen — — — — —	57
Ferenc Béla: Kútvizsgálati tapasztalatok a Maros hordalékkúp területén — — — — —	63
Dr. Böcker Tivadar—Liebe Pál—Höriszt György: A Hévíz-tó és közvetlen környezetének állapota 1985-ben — — — — —	71
Dr. Böcker Tivadar—Liebe Pál—dr. Lorberer Árpád—Szilágyi Gábor: A Dunántúli-középhegység főkarsztvíz-tárolójában és a kapcsolódó vízrendszerekben bekövetkezett változások — — — — —	85
Tóth György: A Magyar Állami Földtani Intézet felszín alatti vízmegfigyelő hálózata — — — — —	91
Cikkíróinkhoz — — — — —	97

CONTENTS

Dr. László Alföldi: On the role of subsurface water flow in the recharge of the water reserves — — — — —	3
Endre Almássy: History and prospects of subsurface water management in Hungary — — — — —	11
Pál Liebe: Regional decrease in the pressure of formation waters in the light of an observation well system — — — — —	17
Pál Major: History of the phreatic groundwater table in the Hungarian Basin — — — — —	23
Dr. Imre Pálfi: Groundwater upwelling in the southern Great Hungarian Plain — — — — —	33
András Csepregi—András Nagy: Conservation of the subsurface water reserves of the alluvial fan of the river Maros — — — — —	39
Dr. László Alföldi: Groundwater nitrification — — — — —	51
Dr. Tivadar Böcker: Studying the process of infiltration in a karstic area — — — — —	57
Béla Ferenc: Well-testing experiences in the Maros alluvial fan area — — — — —	63
Dr. Tivadar Böcker—Pál Liebe—György Höriszt: The state of Lake Hévíz and its immediate neighbourhood in 1985 — — — — —	71
Dr. Tivadar Böcker—Pál Liebe—Dr. Árpád Lorberer—Gábor Szilágyi: Changes in the main karstic aquifer of the Transdanubian Central Range and the associated hydraulic systems — — — — —	85
György Tóth: The Subsurface Water Monitoring Network of the Hungarian Geological Institute — — — — —	91
To our Authors — — — — —	97

INHALT

Dr. László Alföldi: Die Rolle der unterirdischen Wasserströmungen in Erneuerung der Wasservorräte — — — — —	3
Endre Almássy: Entwicklung und weitere Möglichkeiten der Bewirtschaftung unterirdischer Wässer — — — — —	11
Pál Liebe: Regionale Druckabnahme der Schichtenwässer im Lichte der Angaben des Schichtenwasserbeobachtungsbrunnennetzes — — — — —	17
Pál Major: Die Veränderung des Grundwasserspiegels im Ungarischen Becken — — — — —	23
Dr. Imre Pálfi: Grundwasseraufbrüche im S der Grossen Ungarische Tiefebene — — — — —	33
András Csepregi—András Nagy: Der Schutz der unterirdischen Wasservorräte des Schuttkegels der Maros — — — — —	39
Dr. László Alföldi: Nitrifikation unterirdischer Wässer — — — — —	51
Dr. Tivadar Böcker: Die Untersuchung des Versickerungsvorganges in karstischem Gebiet — — — — —	57
Béla Ferenc: Bohruntersuchungserfahrungen im Raume des Schuttkegels der Maros — — — — —	63
Dr. Tivadar Böcker—Pál Liebe—György Höriszt: Der Stand des Hévízler Sees und seiner unmittelbaren Umgebung in 1985 — — — — —	71
Dr. Tivadar Böcker—Pál Liebe—Dr. Árpád Lorberer—Gábor Szilágyi: Veränderungen im Hauptkarstwasserspeicher und den anschließenden hydrologischen Systemen des Transdanubischen Mittelgebirges — — — — —	85
György Tóth: Das unterirdische Wasserbeobachtungsnetz der Ungarischen Geologischen Anstalt — — — — —	91
Zu unseren Verfassern — — — — —	97

A szakcikkek szerzői

DR. ALFÖLDI LÁSZLÓ

okl. geológus, a földtudományok kandidátusa, főigazgató
(Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Budapest)

ALMÁSSY ENDRE

okl. vízépítő mérnök, csportvezető
(Országos Vízügyi Hivatal, Budapest)

DR. BÖCKER TIVADAR

okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető
(Alumíniumipari Tervező és Kutatóintézet, Budapest)

CSEPREGI ANDRÁS

okl. geológus, tudományos munkatárs
(Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Budapest)

FERENC BÉLA

okl. geológus, tudományos munkatárs
(Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Budapest)

HÓRISZT GYÖRGY

okl. földrajztanár, osztályvezető-helyettes
(Alumíniumipari Tervező és Kutatóintézet, Budapest)

LIEBE PÁL

vízépítő mérnök, tudományos főmunkatárs, osztályvezető
(Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Budapest)

DR. LORBERER ÁRPÁD

okl. vízépítő mérnök, okl. mérnökgeológus, tudományos főmunkatárs
(Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Budapest)

MAJOR PÁL

okl. mérnök, tudományos főmunkatárs, osztályvezető
(Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Budapest)

NAGY ANDRÁS

okl. hidrogeológus, tudományos munkatárs
(Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Budapest)

DR. PÁLFAI IMRE

okl. vízépítőmérnök, osztályvezető
(Alsótiszavidéki Vízügyi Igazgatóság, Szeged)

SZILÁGYI GÁBOR

okl. geológus mérnök, tudományos főmunkatárs
(Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Budapest)

TÓTH GYÖRGY

okl. geológus és kartográfus, osztályvezető
(Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest)

Az összefoglalásokat KECSKÉS BÉLA fordította.

A felszín alatti vízáramlások szerepe a vízkészletek megújulásában

A felszín alatti vizek a tárolókőzet földtani körülményeitől függően egymással dinamikus egyensúlyban lévő áramlási rendszereket alkotnak. A részrendszerek határai dinamikus egyensúly által fenntartottak. Ebből következik, hogy a felszín alatti vizek ki-termelése szükségszerűen új áramlási körülmények kialakulásával jár és az eredetileg elkülönült rendszerek vízkészlete a termelő rendszerhez átvihető.

A hidrogeológia fejlődésének első szakaszában a kutatók munkáját túlnyomórészt a statikus szemlélet hatotta át annak ellenére, hogy lényegében sohasem tagadták a felszín alatti vízáramlások létét.

Természetes vagy közel természetes körülmények között a lassú, legfeljebb dm/év nagyságrendű mélybeli vízáramlások szerepe gyakorlatilag elhanyagolható volt, ezért a hangsúly a tárolt „statikus” vízkészlet jellemzőinek meghatározásán volt. A vízkivételek nagyságrendi növekedése új helyzetet teremtett, amely a dinamikus szemlélet előretörését vonta maga után.

A fejlődés ilyen menete szinte lehetetlenné teszi a teljes értékű irodalmi hivatkozásokat, és inkább csak egyes szakaszokat jelző szubjektív kiemelést tesz lehetővé. Példaként említem, hogy Szabó József 1857-ben a budai melegforrások eredetének magyarázataként a következőket írja: „A külvíz, áteresztő kőzetek tömegén, vagy kevésbé áteresztő hasadékaiban oly mélyen szivárog le, míg a föld saját melegének közelébe jutott, annak hőfokát felvevén, s ha a körülmények kedvezőek ugyanazzal ismét felszínre nyomatik.” Ezt az elképzelést a mélyáramlások első megfogalmazásának tekinthetjük.

Az elmondottaknak megfelelően eltekintek a pontos irodalmi hivatkozásoktól és csak a téma szempontjából általam fontosnak tartott irodalom jegyzékét mellékelem.

Az elmúlt évtizedek rohamtempójában fejlődő kutatásai alapján fő vonásaiban uralkodóvá vált az a szemlélet, mely szerint a felszín alatti vizek is részt vesznek a nagy hidrológiai körfolyamatban, vagyis végső fokon minden féleségük csapadékeredetű, minden fajtájuk szakadatlan mozgásban, áramlásban van.

Minden kőzet adott felszín alatti egyensúlyi helyzetének megfelelően tartalmaz több-kevesebb, az adott helyzetben és időszakban tartósan vagy időszakosan helyben maradó, vagy helyet változtató vízmennyiséget. Természetes egyensúlyviszonyok között a két vízféleség arányától függően tekintünk valamely kőzetféleséget víz-zárónak, vízrekesztőnek vagy vízáteresztőnek. Az adott egyensúlyi helyzet meghatározott irányú és mértékű megváltozásával azonban a helyben maradt vízkészletek mobilizálódhatnak,

vagyis a vízrekesztő kőzet fogalom és víztartó kőzet fogalom egyaránt viszonylagos.

A felszínről való csapadékvíz-beszívargás önmagában telítődést okoz és további beszívargás csak akkor lehetséges, ha horizontális eláramlás, felszínre kerülés, evaporációs, evapotranspirációs vagy bárminemű felhasználás elvonja a beszívargó vízmennyiséget. Ebből következik, hogy természetes körülmények között tartós vízmozgás csak akkor maradhat fenn, ha az elvont vízkészlet helyébe ugyanannyi pótlódik, és biztosítja a potenciálviszonyok tartós megmaradását. Regionális topográfiai hatásokból eredően a magasabb térszíneken létrejövő beszívargás, és zömmel az erózióbázis mentén levő megcsapolás hatására kialakuló vízszint az a dinamikusan változó potenciálfelület, amely a mélység felé való vízmozgást nyomásgradiensek által jellemezhetően szabályozza.

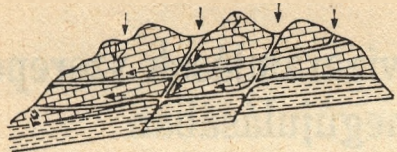
Könnyű belátni, hogy természetes körülmények között a vízelvonás és az utánpótlódás egyenlő, azonos a beszívargás mértékének a változásával, a rendszer vízleadása egyenes arányban változik. Minden olyan esetben, amikor a rendszer vízáteresztő képessége nagyobb, mint a természetes víz átbocsátása, akkor a rendszer működését a csapadékbeszívargás üteme szabályozza. Az utánpótlódásnál nagyobb vízelvonás esetén ugyanis az önálló rendszer leürítése következik be.

A beszívargás és a vízleadás kapcsolata karszt-rendszereinknél jól felismerhető és részleteiben is ismert.

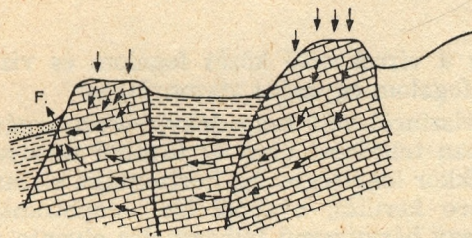
A karsztterületekre hulló csapadék és a karsztforrások hozamának összefüggése amelllett, hogy közismert, gyakran a leegyszerűsített mérlegszemlélet okozója volt. Újabban egyre nagyobb hangsúlyt kapott az a felismerés, hogy meghatározott földtani körülmények között a karsztrendszerekben térben elkülönítve, egymással dinamikus egyensúlyi helyzetben levő sekély és mély áramlások alakulhatnak ki, és tartósan működhetnek. A vízszint lejtése mentén kialakuló közel horizontális áramlás táplálja a típusos karsztforrásokat, a szintkülönbségekből eredő terheléskülönbségek mélység felé tartó áramlást indukálnak, ha a földtani körülmények azt lehetővé teszik.

A karsztos áramlási rendszer egyik specifikuma, hogy a karsztjáratokban gyors, alkalmasint km/nap nagyságrendű áramlások alakulnak ki és a gyors vízáramlást biztosító főjáratokhoz csatlakozó egyre keskenyebb részrendszerekben időszakosan tárolódó víz különböző idejű késleltetéssel ürül le, ezért a típusos karsztforrások hozamára a nagyfokú hozamingadozás és a lépcsőzetes árvízi leürítés a jellemző (1. ábra I.).

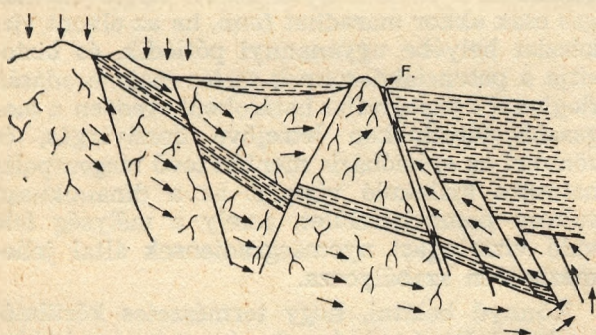
I.



II.



III.



1. ábra. Repedezett karsztosodott tározók vízáramlási rendszereinek fő típusai. I. típusos, „karsztos” vízáramlási rendszer; II. langyos vizű sekélyáramlási rendszer; III. geotermikus mélyáramlási rendszer

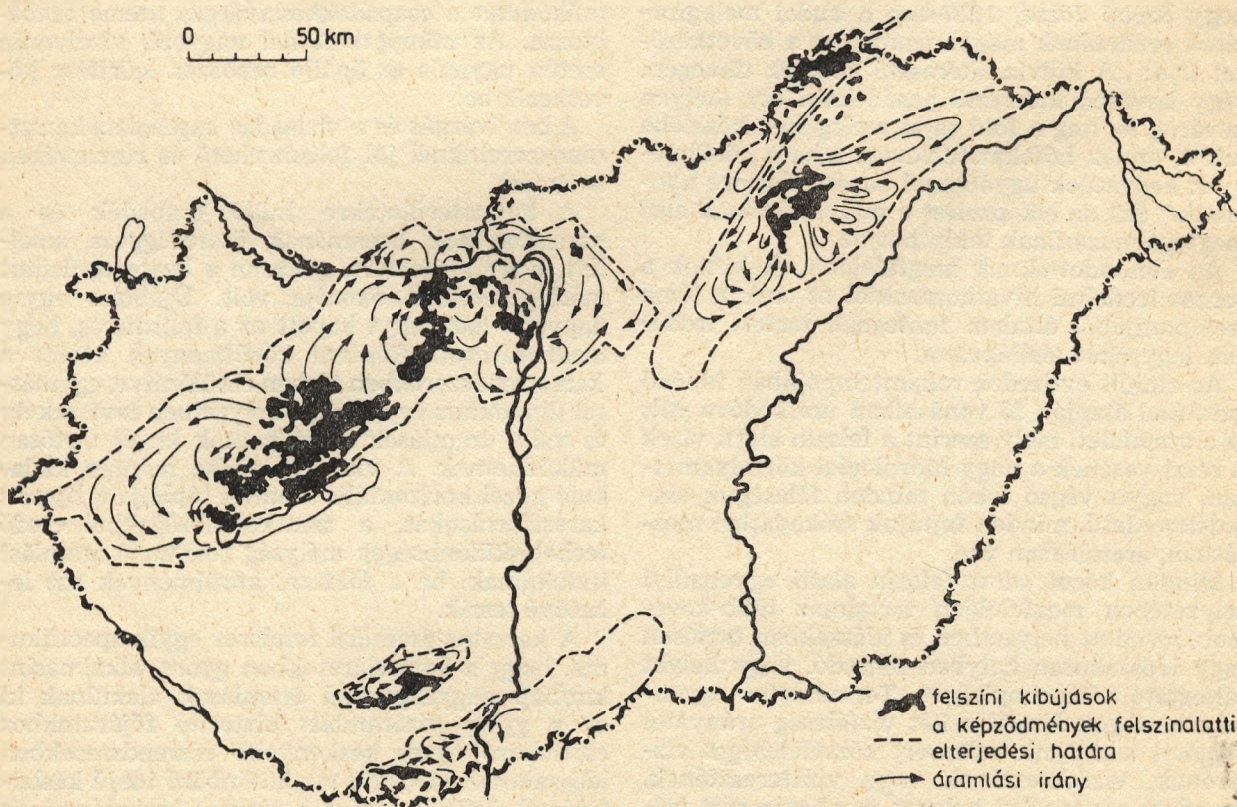
A karsztos sekélyáramlási rendszer jellemzője, hogy a beszivárgó víz földtani és topográfiai okok következtében nem tud egyszerű lejtő menti áramlással a felszínre jutni, hanem felszín alatti sekély áramlásra kényszerül, miközben a víz geotermikus hatásokra kismértékben bár, de felmelegszik és ritmikusan változó hozamú langyos vizű forrás alakjában kerül a felszínre (1. ábra II.).

A mélyáramlásokra a lassú, dm/év nagyságrendű vízáramlás és a lassú éves vagy évtizedes ritmusú kismértékű forráshozam-ingadozás a jellemző, és természetesen a mélybehatolás a vízhőmérséklet emelkedését is okozza. A VITUKI izotópvizsgálatai szerint a karsztrendszerekbe mélybe szivárgó víz alkalmasint 20—25 ezer évig vándorol a felszín alatt (1. ábra III.).

A karsztosodott karbonátos kőzetekben folyó mélyáramlások felismerése együtt jár a karsztrendszerekről vallott ismereteink bővítésével, a repedésrendszerek és a mélybeli oldódás jelentőségének a felismerésével. A karbonátos alapfelszínbe hatoló fúrások adatainak a felhasználásával legalábbis vázlatosan megrajzolható volt a karbonátos alaphegységben folyó regionális mélyáramlás (2. ábra).

Az elmondottakból következik, hogy a megújuló karsztvízkészletek közé a mélybeli áramlások által fenntartott langyos, meleg vagy akár forró vizeinket is be kell sorolni, és a készlet igénybevétel hatásainak az előrejelzésénél az egyes rendszerek sajátosságainak, dinamikus kapcsolatainak elemzése nélkülözhetetlen.

0 50 km



2. ábra. A mezozoós karbonátos képződmények vízáramlási rendszerei

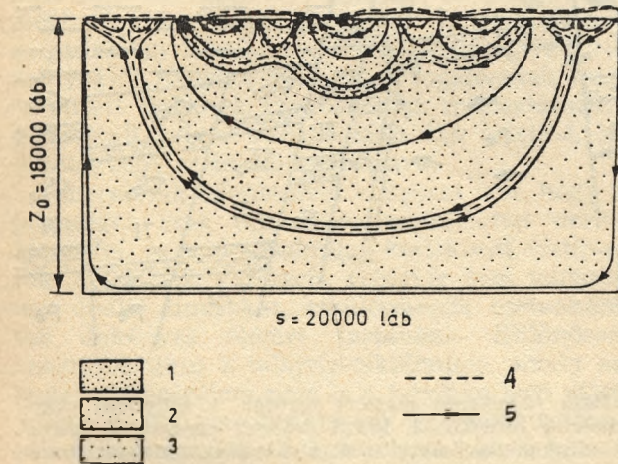
Egyre több adattal rendelkezünk a medence-beli mélyáramlásokkal kapcsolatosan (3. ábra). A medencéinkben tapasztalható közel hidrosztatikus nyomásviszonyok a víztartó rétegek regionális kapcsolataira utalnak és csak az alsó-panóniai üledéksorokban találunk először gyakorlatilag izolált zárt víztartó kőzeteket.

A Kárpát-medence üledékeiben tárolt víz olyan potenciálfelületet alkot, melynek alapján

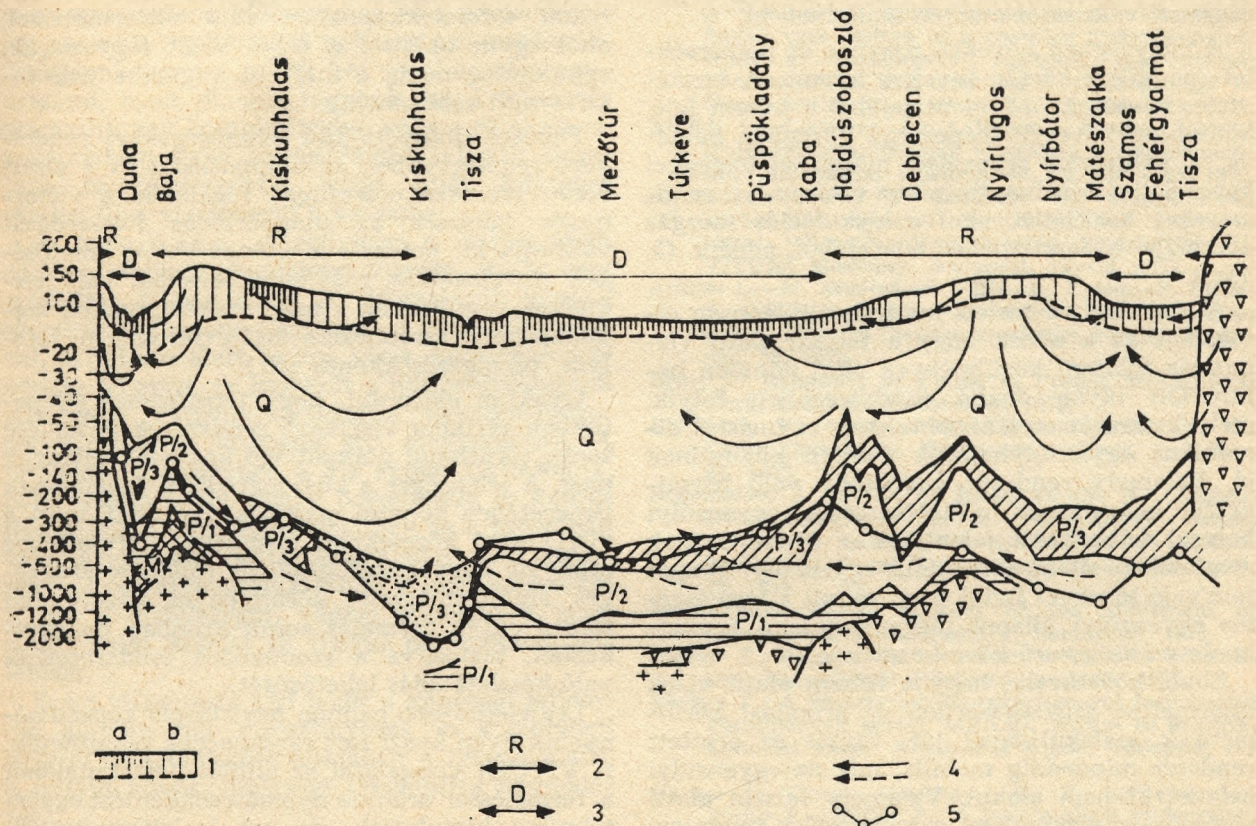
mélyáramlások létrehozhatók. Nyilvánvaló, hogy a felszínnel közvetlen utánpótlódási kapcsolatban levő áramlási rendszerekben az eredeti üledékvíz a tárolórendszer átöblítése révén a tárolókőzetnél sokkal fiatalabb vízre cserélődik, ezért a mélybeli áramlások, illetve az átöblítődés bizonyítékának tekinthetjük az izotópvizsgálatok eredményét, mely szerint a quarter üledékekben levő vizek 25 ezer évnél nem régebben, legfeljebb korábban kerültek a felszín alá. Ugyanezt bizonyítja a víz sótartalmának térbeli eloszlása is (4. ábra).

Medencebeli törmelékes üledékösszleteinkben a függőleges és vízszintes áteresztőképesség térbeli változékonysága földtani történések által meghatározott. A felszín alatti vízmozgás a legjobb áteresztő-képességű övek, zónák, sávok, vagyis meghatározott kényszerpályák mentén nagyobb intenzitással folyik, mint a szomszédos kisebb áteresztő-képességű közettömegekben. A jó áteresztő-képességű részek bonyolult térbeli konfigurációja következtében a kényszerpályák bonyolult térbeli áramlás kereteit szabják meg. Egyazon térbeli kényszerpályarendszer (például a negyedkori medencetöltelék vagy a mezozoos karsztrendszereink) több beszívargási és több megcsapolási hellyel rendelkezhet, ezért egyazon regionális rendszeren belül önálló részrendszerek működnek.

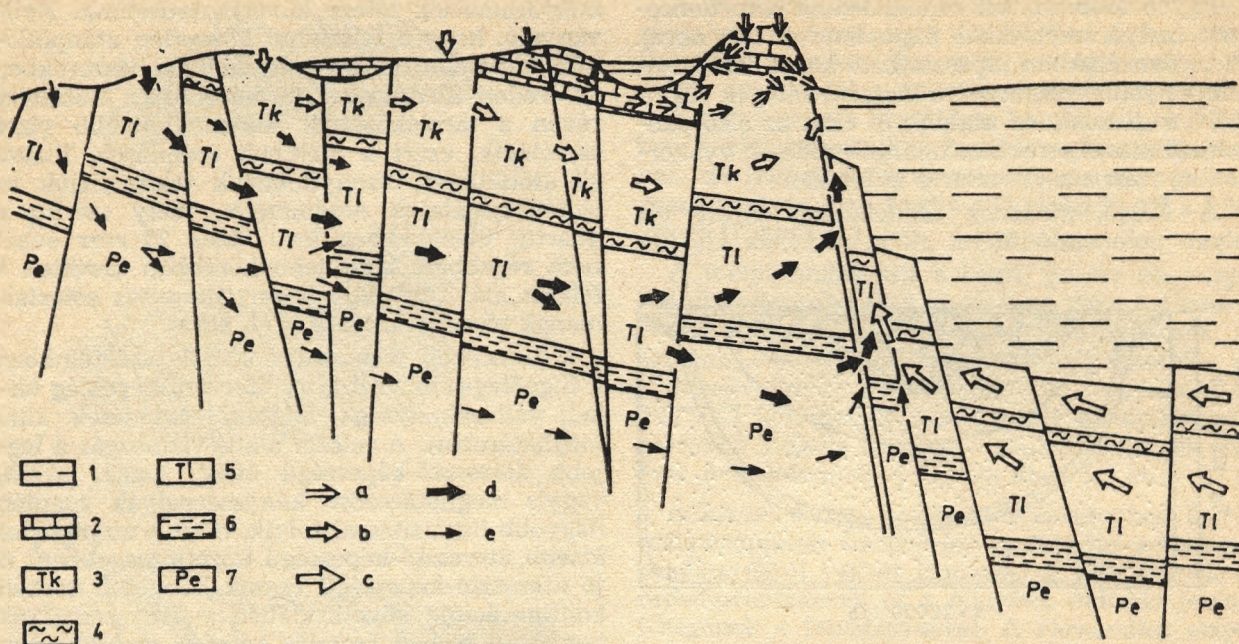
A részrendszerek természetes határai sohasem valóságosak, mindig csak a dinamikus egyensúly által fenntartottak, nem zártak, hanem a



3. ábra. Regionális és lokális áramlási rendszerek ki-fejlődése nagy üledékes medencékben (Tóth után). 1. Lokális áramlási rendszer; 2. intermedier áramlási rendszer; 3. regionális áramlási rendszer; 4. az áramlási rendszerek határai; 5. áramvonalak



4. sz. ábra. Egyszerűsített áramlási kép az Alföld egy keresztmetszetében. (Erdélyi után). 1. Fedő képződmény: a) átnemeresztő, b) áteresztő; 2. leszívargó öveget; 3. valószínű áramlási irány; 4. sós és édesvíz határa



5. sz. ábra. A budapesti emeletes hévízrendszer elvi vázlata függőleges metszet mentén. 1. Oligocén vagy fiatalabb vízrekesztő üledékek; 2. nóri földolomit és dachsteini mészkő; 3. karni dolomit sorozat; 4. karni márga (raibli), márgás mészkő; 5. ladini képződmények (diplopóras dolomit); 6. alsó triász vízrekesztő sorozat; 7. felső perm sorozat; a) felszinközeli tipikus karsztvízáramlás (hideg vizek); b) sekélyáramlás a karni sorozatban (langyos vizek); c) a medence felől visszatérő mélyáramlás (meleg vizek); d) mélyáramlás a ladini sorozatban (meleg vizek); e) mélyáramlás a perm sorozatban (meleg és forró vizek)

környezettel mindig szorosan reagáló kapcsolatban levők, és kölcsönösen szabályozók. A részrendszerek határai és áteresztő-képesség nagyságrendi változásai mentén alakulnak ki.

A mélységben növekvő nyomás és hőmérséklet specifikus körülményeket teremt. A természetes hőmozgás a föld belsejéből a felszín felé, különböző hővezető képességű közegben haladva, a változatos sebességű mozgó víztömeggel kapcsolatba kerülve, termikus vízáramlási rendszereket hoz létre, ahol a cirkulációs mozgás energiája a természetes hőáramból adódik (5. ábra).

A téma művelői előtt ma már általánosan elfogadott az a nézet, hogy a felszín alatti vízmozgás földtani körülmények által döntően befolyásolt olyan önálló rendszerekben folyik, melyek természetes állapotukban egymástól dinamikus egyensúlyhatárok mentén különülnek el. Valamely rendszer állapotába való bármilyen beavatkozás a természetes egyensúlyi helyzet felborítását jelenti és az új helyzetnek megfelelően újabb dinamikus egyensúlyi állapot felé való törekvés indul meg, vagyis a természetes egyensúlyi állapot megváltozása a beavatkozás szükségszerű következménye.

Ebből következik, hogy a felszín alatti vizek kitermelése szükségszerűen új áramlási körülmények kialakulásával jár, vagyis az érintett rendszer mindaddig mobilis, míg az egyensúlyi helyzet ki nem alakul. Valamely felszín alatti vízrendszer vízkészlete, a szomszédos rendszerben létrehozott nagy tömegű termeléssel elvileg akkor is kitermelhető, ha magában a rendszerben nem is végzünk vízkimélést. Ebben az esetben az egyik rendszer bekebelezi a másikat.

Közismert esete ennek a parti szűrésű kutakban való víztermelés, mellyel lényegében a folyó vizét lehet fogyasztani. Ugyanez az eset a folyami törmelékűpokokban való víztermeléssel, ahol egyik oldalról a folyó vizét fogyasztjuk, egyidejűleg pedig a mélyebb régiókba való leszívargást csökkentjük.

Felszíni utánpótlódási lehetőségekkel rendelkező rendszerekben az utánpótlódás és a vízelvonás szorosan összefüggő fogalmak, a víztermelés fokozása az utánpótlódás fokozódását válthatja ki, potenciális utánpótlódási lehetőségek aktivizálódás, más rendszerekből való vízátvétel, végső fokon a nagy vízkörforgalom tagjainak helyi átrendezése útján (pl. felszíni lefolyás, párolgáscsökkenés stb.).

Gyakran előfordul, hogy természetes állapotukban zártként viselkedő rendszerek termelése során váratlanul utánpótlódó készletek jelennek meg. A jelenségre a küszöbgradiens fogalmának ismeretében könnyű magyarázatot adni, mert a vízrekesztő kőzetekben vízmozgás létrejöttéhez aránylag nagy küszöbgradiens túllépése szükséges, ami természetes körülmények között nem fordul elő, a termelés során azonban bekövetkezhet, biztosítva a szomszédos rendszerekből való készletátadás lehetőségét.

Legjelentősebb pannon hévíztároló képződményeink ilyen kvázi zárt rendszernek tekinthetők. A VITUKI vizsgálatai az alföldi hévízkutakban a termeléssel arányos nyomáscsökkentést egyértelműen kimutatták, de azt is bizonyították, hogy a termelés növekedése területenként változó határértékeket túllépve az energiavesztés mértéke hirtelen csökkent, utánpótlódó készletek megjelenésének bizonyítékaként. A jelenség

tulajdonképpen nem is meglepő, mert a jelentősebb túlnyomás hiánya eleve a felsőpannon tárolórendszer nyitottságára utal. Egyre több adat mutat arra, hogy a felsőpannon réteges hévíztárolókat egymástól elválasztó vízrekesztő rétegek és rétegcsoportok regionálisan nem szinttartóak, helyenként kiemelkednek, ezért a különböző tárolószintek mentén a negyedkori képződményekkel is kapcsolatba kerülnek.

Mindezekből következik, hogy a felszín alatti kitermelhető vízkészlet fogalma és mennyiségi meghatározása csak gazdasági határfeltételek megadásával lehetséges, tehát gazdasági körülményektől függően változó. A fogalomnak és a számított értéknek azonban csak meghatározott vízkivételi helyre vonatkozóan van értelme, az időfüggvény szem előtt tartásával.

Ismereteink bővülésével világossá vált, hogy a jelenségek csak dinamikus szemlélettel deríthetők fel, és a történelmileg kialakított víztípusok: a talajvíz, karsztvíz, rétegvíz nem jelentenek önálló típusokat, elkülönítésük esetenként sok önkényes elemet tartalmaz. Különösen anakronisztikus a talajvíz-elkülönítés, amely az esetek többségében nem is a talajban levő vizet jelenti és hol szabadtükrű víz egy porózus tározóban, hol nyomás alá került vízrekesztő kőzettel lefedve, de lehet hasadéokban tárolt víz, sőt különleges esetekben a karsztban levő víz is ide sorolható. Ez a fogalom sajátosan magyar történelmi fejlődés eredménye és egyedül a hagyománytisztelet, valamint a megszokás magyarázza használatát. A fogalom általánosan elfogadott, egzakt meghatározása is hiányzik, az egyéni megfogalmazások különbözőek és a nemzetközileg használt fogalmakkal nehezen azonosíthatók. Tulajdonképpen a másik két fogalom sem egyértelmű, mert pl. mit tegyünk, ha a karsztvíz átáramlik egy homokrétegbe, vagy ami gyakori, a karszthegységek süllyedékeibe települt fiatalabb homokrétegekbe, majd útját folytatva esetleg újra visszakerül a karsztba.

A „karszt” és a „réteg” jelző a tárolót jelöli és azt a statikus szemléletet tükrözi, amely nem számolt a felszín alatti víz jelentősebb mozgásaival és különösen nem kémiai kölcsönhatásaival. A felszín alatt mozgó vizet elsősorban minősége jellemzi, és indokolt a minőségcsoportok jellemzése; nátrium-karbonátos, kalcium-hidrogén-karbonátos, szulfátos stb. megjelöléssel. A tárolókőzet, amelyben a víz éppen tartózkodik, befolyásolja a víz kémiai összetételét és karaktere a kőzet–víz kölcsönhatásra és a tározóban való tartózkodás időtartamára utal. Más szempontból osztályozhatjuk külön a tárolókőzeteket is, de a vízféleséget, vagyis önmagát a vizet csakis saját kémiai és fizikai paraméterei jellemzik.

Ezért világszerte tért hódít a minőségi jellemzők alapján való vízosztályozás, és a mélybeli helyzet megjelölésére általában a felszín alatti, a felszín közeli, mélységi elkülönítés használatos.

A felszín alatti vizekkel kapcsolatosan kialakult dinamikus szemlélet a kutatási feladatok rendkívül széles spektrumát vetíti elénk. Ma már nem elégséges valamely folyamat lényegét

feltárni, alaposan vizsgálnunk kell a részjelenségeket, a szerteágazó összefüggéseket oly mélységig, hogy azok matematikailag kifejezhetők, leírhatók és számíthatók legyenek. Nem elégséges tehát a jelenségek minőségi paramétereit meghatározni, hanem mennyiségi meghatározásuk és kifejezésük is elengedhetetlen.

A vízáramlások szerepének a felismerése vízkészlet fogalmaink teljes felülvizsgálatát és újraértelmezését követelik meg. Tudományterületünk dinamikus fejlődése a fogalmak felülvizsgálataival kapcsolatos erjedést már évtizede elkezdte és egyre több ponton feszegetik és törlik át a statikus fogalmakra épült kereteinket. Jelen helyzetismertetésem fontos célja az volt, hogy tovább bővítse a dinamikus szemléletet magukénak valló, a kapcsolatos feladatok kimunkálásán fáradozók és alkalmazók táborát.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Alföldi L.—J. Gálfi: Hydrogeological and Geophysical Investigations of a Geothermal Anomaly in Hungary. Bulletin of the IASH, 1966.
- Alföldi L.—Erdélyi M.—J. Gálfi—Korim K.—Liebe P.: Geotermikus vízáramlási rendszer Tiszakécske környékén. VITUKI 1973. évi tudományos napok III. ülésszak Felszín alatti vizek hidrológiája anyaga, 1—19, 1973.
- Alföldi L.: Budapesti hévizek. VITUKI Közlemények, Budapest, 20, 1979.
- Alföldi L.: A budai melegforrások áramlási rendszere és kapcsolata a szénbányászat során létesített megcsapolásokkal. VITUKI 1975. évi tudományos napok 2. ülésszak: A szénbányászattal kapcsolatos karsztvíz-kérdések. 1—11, 1975.
- Alföldi L.—M. Erdélyi—J. Gálfi—K. Korim—P. Liebe: A Geothermal Flow System in the Pannonian Basin: case history of a complex hydrogeological study at Tiszakécske. Abstract. International Conference of IAH and IASH 'Hydrogeology of Great Sedimentary Basin' MAFI, 120—122, 1976.
- Alföldi L.—Lorberer Á.: A karsztos hévizek háromdimenziós áramlásának vizsgálata kutatások alapján. Hidrológiai Közlöny, 56, 10, 433—443, 1976.
- Alföldi L.—Böcker T.—Lorberer Á.: Magyarország karbonátos-repedezett hévíztárolóinak hidrogeológiai jellemzői. Magyarország hévízkútjai III. VITUKI kiadvány, Budapest, 17—29, 1977.
- Alföldi L.—M. Erdélyi—J. Gálfi—K. Korim—P. Liebe: A Geothermal Flow-System in the Pannonian Basin. Annales Instituti Geologici Publici Hungarici, 59, 1978.
- Bear, J.: Dynamics of Fluids in Porous Media. New York, London, Amsterdam, 1972.
- Boldizsár, T.: Positive Heat Flow Anomaly in the Carpathian Basin. Geothermics (Pisa), 2, 2, 61—67, 1973.
- Bogomolov, J. G.—A. V. Kudelsky—N. N. Lapshin: Hydrogeology of Large Sedimentary Basins. (Abstract). IAH—IASH Symposium on Hydrogeology of Great Sedimentary Basins, Budapest, 22, 1976.
- Bondarenko, N. F.: Physics of the Movement of Groundwaters (in Russian), Leningrád, 1973.
- Böcker T.: Felszín alatti vízáramlás karsztos kőzetekben. Kandidátusi értekezés (kézirat), 1971.
- Böcker T.: A karsztvizek mozgásvizonyai természetes körülmények között. MTA II. anyag- és energia-áramlási ankét. Akadémiai Kiadó, Budapest, 107—121, 1972.
- Böcker T.—Csoma Jánosné—Liebe P.—Lorberer Á.—Major P.—Müller P.: A felszín alatti vízforgalom elemzése a Bükk hegység déli előterében. Vízügyi Közlemények, LVII, 2, 183—209, 1975.
- Böcker, T.: Hydrogeology of Karstic Terrains. International Association of Hydrogeologists, IAH Editions, Avignon, 1975.

- Böcker, T.: Dynamics of subterranean karstic water flow. Karszt- és Barlangkutatás, VIII, 1973—74. 107—145, 1977.
- Collins, R. E.: Flow of Fluids through Porous Materials. New York, 1961.
- Erdélyi, M.: The influence of hydrogeological factors on the quality of subsurface waters. Hidrológiai Közöny, 51, 1, 5—10, 1971.
- Erdélyi M.: A magyar medence hidrodinamikája. VITUKI 1973. évi tudományos napok II. ülésszak: A felszín alatti vizek hidrológiája és hidraulikája 1—40, 1973.
- Erdélyi, M.: Hydrodynamics of the Hungarian Basin. (Abstract). International Conference of IAH and IASH 'Hydrogeology of Great Sedimentary Basins' Budapest, 1975. V. 31.—VI. 5. MÁFI, 16—18, 1976.
- Erdélyi, M.: Chemical aspects of groundwater flow regions of the Hungarian Basin. (Abstract) International Conference of IAH and IASH 'Hydrogeology of Great Sedimentary Basins', Budapest, 1976. V. 31.—VI. 5., MÁFI, 86, 1976.
- Erdélyi, M.: Hydrodynamics of the Hungarian Basin Publications in Foreign Languages, VITUKI, Budapest, 1978.
- Freeze, R. A.—P. A. Witherspoon: Theoretical analysis of Regional Groundwater flow 1. Analytical and Numerical Solutions to the Mathematical Model. Water Resources Research, 2, 4. 641—656, 1966.
- Goldstein, S.: Modern Developments in Fluid Dynamics. II. London, New York, 1938.
- Hantush, M. S.—C. E. Jacob: Nonsteady radial flow in an infinite leaky aquifer. Transactions of the American Geophysical Union, 30, 95—109, 1955.
- Heinemann Z.—Szilágyi G.: A Dunántúli-középhegység főkarsztvízrendszerének szimulációja. 7. Bányavízvédelmi konferencia anyaga, Budapest, 1976. X. 27—29. OMBKE—BKI kiadványa, 1—67, 1976.
- Jakob, C. E.: Flow of ground water. Engineering Hydraulics. Edited by M. Rouse, Wiley, New York, 1950.
- Kovács Gy.: A mikroszivárgás elméleti vizsgálata. Hidrológiai Közöny, 37, 3, 210—222, 1957.
- Kovács, Gy.: General Characterization of Different Types of Seepage, 13th Congress of IAHR, Kyoto, 1969.
- Kovács, Gy.: Relationship between Velocity of Seepage and Hydraulic Gradient in the Zone waters. International post-graduated cours for developing water resources management II. Hydrology of Groundwater I. VITUKI—UNESCO, Budapest, 1972.
- Kovács Gy.: A szivárgás hidraulikája. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972.
- Kovács Gy.: Töredezett, repedéses kőzetek szivárgási tényezője és áteresztőképessége (Schmieder A. korreferátumával). VITUKI 1975. évi tudományos napok 2. ülésszak. A szénbányászattal kapcsolatos karsztvízkérdések, 1—27, 1975.
- Kovács Gy.: Subsurface Water Movements, Filtration, Hydrodynamics, Models. (General Report). IAH—IASH Symposium on Hydrogeology of Great Sedimentary Basins, Budapest, 1976.
- Kovács, Gy.: Determination of the Threshold Gradient in Porous Media, IAHR Symposium on Flow of Water through Porous Media, Kiev, 1976.
- Kovács Gy.: Porózus kőzetek küszöb-gradiensének meghatározása. Hidrológiai Közöny, 57, 4, 145—152, 1977.
- Kovács Gy.: Subterranean Hydrology. Water Resources Publications, 1981.
- Korim K.: Nagy mélységű porózus víztároló rendszereink jellemzői és működésmódja. Vízügyi Közlemények, LIII., 4, 369—392, 1972.
- Liebe P.: Hévíztermelés hatása a hévíztároló hidrodinamikai viszonyaira a hévíz kutak időszakos vizsgálata alapján. VITUKI 1974. évi tudományos napok III. ülésszak: A vízkészlet-gazdálkodás szerepe a környezetkialakításban anyaga, 1—16, 1974.
- Liebe P.: Hydrodinamische Untersuchungen der Mineral — und Thermalwässer Ungars. „Lucrarile Simpozionului International de Ape Minerale si Termale (Eforie Nord 1974).” Institutul de Geologie si Geofizica (Bucuresti)—Studii Tehnice si Economice, Seria E/Nr. 12, 107—110, 1975.
- Liebe P.—Lorberer Á.: Az áramlási és hőmérsékleti viszonyok összefüggésének vizsgálata karsztos hévíztárolók esetében. Beszámoló a VITUKI 1975. évi munkájáról, 3, 5, 1977.
- Llmas, I.—J. Cruces de Abia: Conceptual and Digital Models of the Groundwater Flow in the Tertiary Basin of the Tagus River (Spain), IAH—IASH Symposium on Hydrogeology of Great Sedimentary Basins, Budapest, 23—24, 1976.
- Lorbererné, Szentes I.—Lorberer Á.: A földtani szerkezet és a természetes felszín alatti vízáramlások kapcsolatának vizsgálata egy Duna—Tisza közti példaterületen. Hidrológiai Közöny, 56, 12, 538—553, 1976.
- Lorberer-Szentes, I.—Á. Lorberer: A study of relationship between groundwater resources and subsurface geological structure in the north-western part of the Great Hungarian Plain. (Abstract) International Conference of IAH and IASH 'Hydrogeology of Great Sedimentary Basins, Budapest, 1976. V. 31.—VI. 5. MÁFI, 24—26, 1976.
- Muskat, M.: The flow of homogenous fluids through porous media. Mc Graw-Hill edition, New York, 1937.
- Öllös, G.: Examen hydraulique de l'écoulement dans des crevasses sur des modèles réduits. Bulletin of IASH, 7, 2, 9—22, 1963.
- Rónai, A.: Hydrogeological particularities of the Great Hungarian Plain. A case study of the hydrogeological features of great sedimentary basins. (Abstract) International Conference of IAH and IASH 'Hydrogeology of Great Sedimentary Basins' Budapest, 1976. V. 31.—VI. 5. MÁFI 68—70, 1976.
- Schafarzik F.: Budapest székesfőváros ásványvízforrásainak geológiai jellemzése és grafikus feltüntetése. Hidrológiai Közöny, Budapest, IV—VI, 14, 1928.
- Schmidt E. R.: Magyarország vízfeldtani atlasza. Budapest, MÁFI, 1962.
- Schmidt E. R.: Magyarország vízfeldtani atlasza. Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-34-II. Budapest, Fő. I. kiadv. 233—290, 1967.
- Schmieder A.: A dunántúli magyar középhegység főkarsztvíztároló kőzeteinek hidraulikai paramétere. VI. Bányavízvédelmi konferencia kiadványa. Budapest, I. 17, 1970.
- Schmieder A. és munkatársai: A dunántúli magyar középhegység karsztvízföldtani viszonyai és a főkarsztvíztárolóban érvényesülő vízmozgás dinamikai paramétere. Bányászati Kutatóintézet kutatási jelentése (Kézirat), 1970.
- Schmieder A.—Szilágyi G.: A dunántúli magyar középhegység főkarsztvíztároló kőzeteiben érvényesülő tranziens mozgásfolyamatok leírása és a falkasztható karsztvízhozam mennyiségi alakulásának meghatározása. Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 107, (különszám), 32—37, 1974.
- Szádeczky-Kardoss E.: A Dunántúli-középhegység karsztvíztérképe. Hidrológiai Közöny, Budapest, XXVII, 1—4, 1947.
- Szebenyi L.: Magyarország felszín alatti vizeinek összefüggő áramlási rendszere. MTA II. Anyag- és energiaáramlási ankét. Akadémiai Kiadó, Budapest, 87—95, 1972.
- Szebenyi L.: Az alföldi mélységi vizek nyomás- és áramlási viszonyai. Geonómia és Bányászat, 6, 1—4, 131—145, 1973.
- Szebenyi L.: Az alföldi mélységi vizek nyomás- és áramlási viszonyai. MÁFI évi jelentése az 1972. évről. 199—212, 1974.
- Stegena L.: Szénhidrogén akkumuláció és földtani vízáramlás a magyar medence üledékeiben. MTA II. Anyag- és energiaáramlási ankét. Akadémiai Kiadó, Budapest, 199—209, 1972.
- Streltsova, T. D.: Hydrodynamics of Groundwater Flow in a Fractured Formation. Water Resources Research, 12, 3, 405—414, 1976.

Tóth J.: A Theory of Groundwater Motion in Small Drainage Basins in Central Alberta, Canada. Journal of Geophysical Research, 1962.

Tóth J.: A Theoretical Analysis of Groundwater Flow in Small Drainage Basins. Journal of Geophysical Research, 1963.

Vendel M.—Kisházi P.: Összefüggések a melegforrások és karsztvizek között a Dunántúli-középhegységben megfigyelt viszonyok alapján. I—II. MTA X. Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei, 32, 1—4, 393—417, 1963 és 33, 1—4, 205—233, 1964.

Dr. László Alföldi

On the role of subsurface water flow is the recharge of the water reserves

In dependence on the geology of the water-bearing rock, the subsurface waters form hydraulic flow systems that are in a dynamic equilibrium with one another. The boundaries of the sub-systems are maintained by the dynamic equilibrium. Consequently, the exploitation of the subsurface waters must lead to a different hydraulic flow pattern and the water reserves of the originally disintegrated systems are transferable to the producing system.

Dr. László Alföldi

Die Rolle der unterirdischen Wasserströmungen in der Erneuerung der Wasservorräte

Die unterirdischen Wässer bilden hydrologische Systeme, die Abhängigkeit von den geologischen Verhältnissen des Speichergesteins miteinander in dynamischem Gleichgewicht stehen. Die Grenzen der Teilsysteme sind durch das dynamische Gleichgewicht aufrechterhalten. Daraus folgt, dass die Gewinnung unterirdischer Wässer notwendigerweise die Entstehung neuer Strömungssysteme mit sich bringt und die Wasservorräte der ursprünglich gesonderten Systeme zum Produktionssystem übertragen werden können.

Д-р Ласло Альфёльди

О роли подземных водотоков в восполнении запасов подземных вод

В зависимости от геологических условий водоносных пород подземные воды образуют гидравлические системы, находящиеся в динамическом равновесии друг с другом. Границы подсистем обусловлены динамическим равновесием. Следовательно, добыча подземных вод обязательно приводит к возникновению новых гидродинамических условий, причем запасы вод первоначально разобренных систем могут быть переведены в системы водозабора.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A bauxit-geológia és timföldipar fejlesztése terén kiemelkedő eredményeket elért, a pályázat benyújtásakor 35. életévét még be nem töltött fiatal szakemberek részére „Gedeon Tihamér” elnevezésű díjat alapított az elhunyt leánya, amelyet évenként adományoznak.

1987-ben pályázni olyan 1983. január 1-je óta hazai, vagy külföldi folyóiratokban megjelent közleményekkel, könyvvel, könyvrészlettel, megadott szabadalommal, megvédett egyetemi doktori, illetve kandidátusi értekezéssel lehet, amely a bauxit-geológia, illetve a timföldgyártás fejlesztését szolgálja.

A pályázatot elnyerő 10 000,— Ft-os díjban részesül, és ezzel együtt részére kisplasztikát adnak át.

A pályázatokat 1987. június 16-ig lehet leadni a Budapesti Műszaki Egyetem Tudományos Osztályára (1521 Budapest, Műegyetem rkp. 3.). A megjelent munkák különlenyomatait, vagy másolatait 6 pld-ban kell csatolni.

Többszerzős munkákkal is lehet pályázni, viszont a társszerzőktől nyilatkozatot kell kérni, hogy a pályamű elsősorban a pályázó teljesítménye.

A pályázatokat bírálóbizottság értékeli, amelynek elnöke a Budapesti Műszaki Egyetem rektora, tagjai a Veszprémi Vegyipari Egyetem, a Nehézipari Műszaki Egyetem Miskolc, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége és a Magyar Tudományos Akadémia képviselői.

A Bírálóbizottság 1987. augusztus 31-ig dönt a díj adományozásáról, amely a tanévnyitó keretében kerül átadásra.

Budapest, 1987. január hó.

Dr. Polinszky Károly,
a kuratórium elnöke

Felszín alatti vizekkel való gazdálkodásunk fejlődése és lehetőségei

A közlemény a szemléletalakulás, a szervezet, az adatgyűjtés-értékelés és a tudományos kutatás vonulatait választja ki a felszín alatti vizekkel folyó gazdálkodás jellemzésére az elmúlt, mintegy húsz évben és előrejelzést próbál adni a jövőre. Megállapítja, hogy a *közgondolkodásban* egyre inkább reálisra válik a felszín alatti vizek szerepkörének és jellemzőiknek értékelése; a *szervezet* egészséges irányban és jó eredményekkel decentralizálódott; az *adatgyűjtési* vízrajzi tevékenység csak kevésbé és heterogén módon fejlődött; a *tudományos kutatás* egyre inkább számzerű és összetett válaszokat ad a gyakorlat kérdéseire. A jövőben a szemléletnek *árnyaltabbá* kell válni; a szervezetnek főként a felszín alatti vizeket kitermelő *üzemeltetők*nél kell továbbfejlődni; a legtöbb és szemléletben is újszerű fejlesztésre a *vízrajzi tevékenységben* van szükség; a tudományos kutatás pedig a kutatóbázis sokszínűvé tételének fordulópontjához érkezett el.

1. Bevezetés

Adathalmazazzá válna ez a közlemény, ha a megengedett terjedelemben összefoglalná a felszín alatti vizekkel való gazdálkodás krónikáját és perspektíváit. Egy ilyen megközelítés inkább unalmas is volna, mint teljes. Többet mondanak ígérkeznek kiválasztani a gazdálkodás néhány elemét, rámutatni az eddigi fejlődésünk néhány mozzanatára és megrajzolni a jövő képéből annyit, amennyi abból ma látható. Úgy ítéltető, hogy az elmúlt húsz év története sokak számára közös élmény; mai cselekvésünk következményei pedig mintegy további húsz évre előrejelezhetők. Azt látszik hasznosnak megnézni, hogy ezekben az időszakokban hogyan alakult és várhatóan hogyan alakul majd a *szemlélet* általában, a felszín alatti vizekkel foglalkozó *szervezet*, az *ismeretszerzés-adatgyűjtés-értékelés* és a *tudományos kutatás*.

2. Szemléletalakulás

2.1. Az időszak kezdetén távol esett egymástól a vízellátás fejlesztése, üzemeltetése és a foglalkozás a felszín alatti vizekkel. Annak ellenére volt ez így, hogy már akkor is Magyarországon épült ki a vízellátás a legnagyobb hányadban *felszín alatti vizekre*. A távol esés miatt még ellentétek is kialakultak a vízellátást fejlesztő szervezetek és a felszín alatti vizekkel foglalkozó szakmai bázis között. A helyzetet és következményeit — többek között — a következők jellemezték:

— A közműves vízellátás *feszített ütemű fejlesztés* alatt állt. Egyaránt kellett meglévő vízkivételi rendszerek bővíteni és újakat telepíteni. A szakmai bázis azt javasolta, hogy a fejlesztések hidrogeológiai megalapozása érdeké-

ben végezzék el a szükséges részletességű *feltárásos vízkutatást* a fejlesztések környezetében. Az irányítás elzárkózott, mert nem látta az ilyen tevékenység közvetlen hasznát. Ezért ma közműves vízkivételeink túlnyomó többségének hidrogeológiai környezete feltáratlan.

— Ugyanígy maradt el a *megfigyelő-ellenőrző rendszerek* telepítése a vízkivételek környezetében. Ezért ma nincsenek általánosítható helyi tapasztalatok az áramlási (nyomás-) viszonyok alakulásáról. Még a víztermelés adatai is bizonytalanok.

— Nem fogadta el a közszemlélet azt, hogy a felszín alatti vizekben *folyamatok* játszódnak le, amelyeket még gondos megfigyelésekkel is csak kikövetkeztetni tudunk, közvetlenül alig lehet azokat megtapasztalni; azt, hogy a kút vízhozama és más üzemi jellemzői változnak az építéskori értékekhez képest és, hogy ugyanez történhet a vízminőséggel; hogy más a kútcsoport teljesítménye, mint egyenként telepített tagjai teljesítményének az összege. Váratlanul előbukkanó rendellenességnek tekintették, ha süllyednek az üzemi vízintek a víztermelés fokozódásával és azt is, hogy a szennyezőforrások elszennyezik a vizeket védelmi intézkedések hiányában. Ez egy sor félreértelmezéshez vezetett felszín alatti vizeink készletfogyasztásával, nagyfokú védettségével, vagy éppen megvédhetetlenségével kapcsolatban.

— Az említettek következtében ma a leggyakoribb eset az, hogy még az üzemelő vízkivételi rendszerek üzemi tapasztalatai sem dokumentáltak; környezetük kevésbé ismert; a vízkivétel által megváltoztatott áramlási viszonyok nem ismertek eléggé és így nem lehet előrejelezni a várható további változásokat: ismeretlen az áramlási térbe került víztömeg minőség-alakulása. Ilyen ismeretek hiányában nem lehet megbízható választ adni az egyre gyakoribbá váló kérdésekre: hogyan kell számolni egy vízkivétel jövőbeni teljesítőképességével; mennyire veszélyeztetik azt a környezetében lévő szennyezőforrások; vagyis: *hogy mennyire van biztonságban a vízkivétel?* (Továbbá: mit kell tenni biztonságának teljessé tételéhez?)

2.2. Napjainkra:

— Csaknem teljesen elfogadottá vált, hogy a vízbeszerzést gondosan *elő kell készíteni*. Már így épülnek ki a vízbázisok a DK-magyarországi vízminőségjavító program keretében a *Maros-hordalékkúpon*. A kiépítéssel együtt valószínűleg meg az üzemi és a regionális ellenőrző-megfigyelő rendszer tagjai. Ehhez közelálló szellemben folyik a Tisza-menti vízbázis kiépítése *Miskolc térsége* számára. Jelenleg fo-

lyik a vízkutatás a *szekszárdi régió* vízellátásának fejlesztése érdekében az OVH központi erőforrásaiból. Ugyanígy történik az előkészítés az *egri régió* vízbeszerzési viszonyainak tisztázására; utóbbi már együtt keresi a vízbeszerzés és a vízellátás optimumát. Helyes irányba terelték a gondolkodást a *Veszprém, Debrecen és Kaposvár* helyi vízbeszerzési lehetőségeit értékelő vizsgálatok.

— Azonban csak kevés helyen épültek üzemi *ellenőrző-megfigyelő rendszerek*. Saját kezdeményezésből a Fővárosi Vízművek hozott létre ilyet a Szentendrei-szigeten, a Dunamenti Regionális Vízmű és Vízgazdálkodási Vállalat a Dunakanyar vízkivételi környezetében, továbbá a Győr városát ellátó vízbázisokon az üzemeltető vállalat. Néhány más, nagyobb vízkivétel környezetében központi erőforrásból létesültek megfigyelőkutak, melyek később az üzemeltető vállalatok kezelésébe mentek át. Az ilyen tevékenység helyettesítésére szolgálnak az üzemi mérések és megfigyelések; ezeket a VIZIG-ek kezdeményezték a jelentősebb felszín alóli vízkivételek esetében, és amelyeket víztermelő- és tartalékkútjaikon végeznek az üzemeltetők, ma már 1,3 millió m³/d kapacitásra kiterjedően.

— Mégis, a korábbinál *jobb ellenőrzés alá kerültek* a felszín alatti vízviszonyok. Ez főként a Dunántúli Középhegység területén van így, mert ott a bányászati beavatkozások drasztikus hatása kiváltotta a megfigyelést. Regionális méretarányban értékelhetővé vált a rétegvizek nyomásalakulása alföldi területeinken. Megkezdődött a felszín alatti vizek minőségének is szabvány szerinti figyelemmel kísérése az erre a célra kialakított törzshálózat segítségével.

— Elfogadottá kezd válni, hogy a felszín alatti vizekben természetes körülmények között is sok tényező folyamatok játszódnak le; az is, hogy a kitermelés újabb folyamatokat indít meg. Még csak olyan alapvető dolgokat fogadtak azonban el, hogy például az üzemi vízszintnek a kitermelés növekedésével járó süllyedése szükségszerű és nem jele a vízkészlet káros fogyasztásának; hogy a kitermelt víz pillanatnyi jó minősége nem garancia arra, hogy az a következő időszakban is jó marad; hogy minderre tekintettel kell lenni a műszaki tervezésben; vagy — ami alapvető —, hogy konkrét helyszíni mérés és megfigyelés nélkül nem lehet átfogóan megnevezni a felszín alatti vizek elszennyezőjeként sem a mezőgazdaságot, sem a csatornázatlanságot, sem a hulladékelhelyezést, sem pedig a folyószabályozást.

2.3. A *jövő gondolkodásmódjában* a következő elemek súlyának növekedése várható:

— A felszín alatti vizeket még inkább a közműves (ivó-) *vízellátásban betöltött szerepük* szerint kell majd megítélni. A vízellátás jelenének és jövőjének biztonsága kiköveteli, hogy az ahhoz szükséges (kijelölt) vízkészletek kerüljenek biztonságba. Ennek feltétele, hogy helyről-helyre és országosan egyaránt ismerjük a vízkészletet, annak környezetét, az ott lejátszó-

dó mennyiségi-minőségi folyamatokat és azok kiváltó okait. A biztonság azt is jelenti szempontunkból, hogy a vízellátás nem kerülhet üzemi meglepetések elé.

— A biztonság keretei között a gazdaságosság dönt majd olyan kérdésekben, mint például:

= választás hasznosítandó vízfajták között (például: felszíni víz összetett technológiával és bizonyos kiszolgáltatottság a vízgyűjtő mindenkori állapotának, vagy felszín alatti víz kevés technológiával, körülményesen létrehozott védett környezetből);

= választás a vízbeszerzés lehetséges helyei között (közeli, kevéssé és költségesen védhető vízbázis, vagy távolabbi, még jól védhető, több települést kiszolgáló vízbeszerzés);

= választás a vízbeszerzés lehetséges módjai között (felszínközeli, csak ideiglenesen védhető, vagy mély fekvésű, kevés védelmet igénylő vízbeszerzés);

=, döntés a védelem mértéke felől (igényes technológia a vízkezelésben kevés védelemmel a védőterületen, vagy igényes védelem kevés technológiával).

Elősegíti az ilyen szemlélet kifejlődését, hogy ma már magas szintű kormányzati szervek foglalkoznak az ide tartozó kérdésekkel. Például: az ÖMFVB koncepciót dolgozott ki felszín alatti vizeink nitrátosodásáról; a Minisztertanács meghozta 1038/1983. számú határozatát a vízzel való takarékos gazdálkodásról és azok fokozott védelméről; az Állami Tervbizottság 5020/1985. számú határozata alapján ágazatközi cselekvési program készült jelenlegi és távlati ivóvízbázisaink fokozott védelmére; az ÁTB rendelte el a Közép-dunántúl vízre orientált komplex környezeti hatástanulmányának elkészítését is; ugyanennek a térségnek a vízgazdálkodásával foglalkozott a közelmúltban az Országgyűlés illetékes bizottsága. Növekszik a felszín alatti vizekkel foglalkozó nemzetközi konferenciák, szimpóziumok, szemináriumok száma; az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága pedig ajánlásokat dolgoz ki a felszín alatti vizekkel folyó gazdálkodáshoz e régió kormányai számára. Mindez abból a *felismerésből* származik, hogy — mint világszerte, úgy hazánkban is — még sokat kell tenni a közműves vízellátás vízkivételeinek és a távlati vízbázisoknak a biztonságáért.

3. A szervezet

3.1. A *vizsgált időszak kezdetét megelőzően és kezdetén*

— A mai VIKUV jogelődjénél működő *Vízföldtani Szolgálatnál* összpontosult a felszín alatti vizekbe tett beavatkozások központosított felügyelete. A vízföldtani szakvélemények készítésével, a munkahelyi felügyeleti ellenőrzéssel és a vízföldtani naplók összeállításával a Szolgálat jól tartotta ezt a tevékenységet. Jellemzője volt tevékenységének, hogy

= az érdemi munka az egyes kutak létesítésére irányult, ahogyan azt az érvényes szabályozások szemlélete is magával hozta;

= magára vállalta a kivitelezők felkészületlenségéből, a beruházók műszaki ellenőrzésének hiányosságából és az állami felügyelettel szemben támasztott elvárásokból származó feladatokat.

Az egység különböző szervezetekkel ellátva, szervezeti helyét változtatva igen eredményesen látta el feladatait.

— Az ország vízföldtani adottságaira vonatkozó ismeretek a *Magyar Állami Földtani Intézetnél* halmozódtak föl. Más kutatóhelyek lassan kezdtek el felzárkózni. Így a VITUKI először a talajvízzel kezdett el foglalkozni mérnök-hidrológiai megközelítésben, később kiterjesztette tevékenységét a karsztvizekre. A rétegvíznyomok megismerését a hévízkutak, illetve a fúrástechnológia felől kezdte el.

— A felszín alatti vizekbe tett beavatkozások ekkor is *vízilétesítménynek, illetve vízimunkának számítottak*. Engedélyezésükkel a területileg illetékes vízügyi igazgatóságok foglalkoztak. A létesítési vízjogi engedély alapja a vízföldtani szakvélemény, az üzemeltetési a vízföldtani napló volt. A szakszerűségi tartalmat tehát a VFZIG-ek kívülről kapták. Ezért tevékenységük formális volt. Ez a formális tevékenység is kizárólag az egyes fúrt kutak létesítésére irányult.

3.2 A vizsgált időszakban nyilvánvalóvá vált, hogy a felszín alatti vízkészlet része az ország természeti erőforrásain belül a természeténél fogva egységes vízkészletnek. Azt is felismerték, hogy mennyisége véges, a vele szemben támasztott igények növekednek, ezért gazdálkodni kell vele. A vízgazdálkodás egészében a vízügyi szervezet feladata volt. Hogy ezt a feladatát felszín alatti vizeinkkel kapcsolatban is elláthassa, előbb ismertetett formális tevékenységét érdemivé kellett tenni. Ennek során

— Megfelelő képzettségű *szakemberek* alkalmazásával képessé kellett tenni a VFZIG-eket az érdemi munkára;

— Az említett, központosan ellátott funkciókat be kellett építeni a területi vízgazdálkodási tevékenységbe, *decentralizálva a tennivalókat* és ügyelve az egységes szemlélet kifejlesztésére és megőrzésére;

— Erősíteni kellett a *kutatóbázist* arra törekedve, hogy

= kialakuljon a vízügyi hidrogeológiai tudományos kutatás egységes arculata;

= fogja át a felszín alatti vizekkel szükséges gazdálkodás egész területét;

= földtani szempontból őrizze meg az igényességet.

3.3 A jelen időszakra a fent vázolt célkitűzések lényegében teljesültek.

— A vízügyi szervezetben helyén értékeli a felszín alatti vízkészleteket, a területi és a központi szerveknél egyaránt. A *felszín alatti vizekkel folyó tevékenység a vízgazdálkodás szerves részévé vált*. A VFZIG-ek szakemberei ma már nagy tapasztalattal rendelkeznek; területük vízföldtani viszonyainak alapos ismerői

és egyenrangú partnerei a központi tervező és kutató intézményeknek.

— A *decentralizálás* nem ment zökkenőmentesen. Ellenzői is voltak. Ma már azonban *teljes körű* és beváltotta a hozzá fűzött reményeket.

— A *kutatóbázis* kiformalódott és további fejlődésben van. A vízügyi szervezeten belül a VITUKI érintett szakembereinek tevékenysége két értelemben is teljes körűvé vált:

= a felszín alatti vizek minden típusával foglalkozik, a talajvíztől a hévizekig;

= szerves kapcsolódásban válaszolja meg a vízgazdálkodás által megfogalmazott gyakorlati kérdéseket, és még a szűkös lehetőségek között is fejleszti az alaptudományi háttérrel a további válaszadások jobbá tételéhez.

Egyre több kutató-fejlesztő intézmény kapcsolódik a munkába konstruktív módon (MÁFI, KBFI, ALUTERV—FKI, egyetemi tanszékek stb.).

A kutató szervezet felől kiindulva, egy színvonalasabb és szakszerűbb *műszaki tervezőmunka* szükségességének körvonalai is kezdenek megmutatkozni.

3.4. A jövőben a szervezet kiteljesítésére van szükség a kialakult felépítés lényegi változtatása nélkül:

— Szakszerűségi szempontú tartalmi felépítésre főként a felszín alatti vizet szolgáltató *közüzemi vállalatoknál* van szükség. Néhány vállalat már alkalmaz szakembereket, többen megkezdtek az ún. vízbázis-rekonstrukciós programot. Ennek a folyamatnak oda kell fejlődnie, hogy a vállalatok egységes gondolati rendszerben, minden szükséges szakmai ismeret birtokában tudjanak bánni vízkivételeikkel; azok vízföldtani és üzemi viszonyainak alapos ismeretében ítélik meg a biztonságot, munkálják ki a szükséges biztonság elérésének feltételeit és tegyék meg az intézkedéseket annak eléréséhez.

— Növelni kell a szakterületi jártasságot a *megyei tanácsok apparátusában* is. Ezt szükségessé teszi a közműves vállalatok érdemi felügyelete éppúgy, mint az, hogy a közeljövőben várhatóan ugrásszerűen megnő a felszín alatti vizekkel kapcsolatos, ezen a szinten intézendő problémák száma (például a hulladékelhelyezés korszerűsítése, a csatornázatlanság felszámolása stb.).

— Új funkcióként kell kialakulni a beavatkozásokat végző kivitelezők berendezései *szakmai és munkavédelmi minősítésének* és ezzel együtt fokozni kell a vízügyi felügyeleti tevékenységet a beavatkozások fölött.

4. Adatgyűjtés, vizrajz

A céltudatosan gyűjtött, megbízható adatok jelentősége különösen nagy a felszín alatti vizekkel folyó gazdálkodásban. Az ilyen vizekben lejátszódó folyamatok közvetlenül nem érzékelhetők. Ezért különösen könnyen alakulnak ki

valószerűnek bemutatott feltételezések, amelyek esetleg nagy hatású döntésekhez vezetnek.

4.1. A vizsgált időszak kezdete előtt és kezdetén az ország vízföldtani adottságainak megismerése volt a cél, főként az egyes kutak minél kevesebb kockázattal járó telepítése érdekében. Ez volt az az időszak, amelyben megkezdődött az idősort szolgáló megfigyelések kifejlesztése is. Napjainkra jelentős fejlődés következett be az utóbbi területen is: részévé vált a vízrajzi tevékenységnek és több következtetést lehet levonni abból a vízrajz jövőbeni alakításához is.

— Az Országos Kútkataszter kialakítása, a vízföldtani naplók kötelezővé tétele, a kataszter nyomdai úton történő közreadása a már említett Vízföldtani Szolgálat munkatársainak érdeme. A folyamatosan továbbfejlődő adatgyűjtemény rendszeresen nemzetközi elismerésben is részesült. Ma is sok tekintetben alapja a legtöbb, ezen a téren folyó munkának. A felszín alatti vízviszonyokról tájékoztató idősor-jellegű adatok gyűjtése ennél jóval kisebb rendszerességgel indult meg.

— Az országos talajvízmegfigyelő hálózat telepítése az 1950-es években történt. Ez adott elsőként idősorokat a vízszintingadozásról. Legkiterjedtebb állapotában 1700-nál valamivel több kútból állt. A vízrajzi tevékenység decentralizálásával a VITUKI-tól a VÍZIG-ekhez került fenntartása és üzemeltetése. Az 1985-ben kialakított vízrajzi törzshálózatban 1577 megfigyelőkúttal szerepel. Csak lassan van megvalósulóban az olyan kútcsoportos megfigyelőállomások kialakítása, amelyek a vízszingadozáson felül a talajvízháztartás alakulásáról is információt szolgáltatnak.

— Időben következőként a karsztvízmegfigyelő-hálózat kezdett el kialakulni, döntő többségében a Dunántúli-középhegység területén. A hálózat fokozatosan valósult meg napjainkig. Adataiból viszonylag jól nyomon lehet követni a karsztvízviszonyok alakulását, a Nyírad-hévízi térségben a legjobban, az Eocén-program—Budapest térségben kevésbé jól. A bányavállalatok által üzemeltetett kutakkal együtt 400-nál több tagból áll a rendszer: a vízrajzi szervek kezelésében mintegy 200 figyelőkút van.

— A rétegvizek megfigyelőhálózatát a MÁFI kezdte megépíteni és így 70-nél több figyelőkút készült el. A VI. ötéves terv időszakában az OMFB támogatásával a VITUKI képezett ki 300 figyelőkutat használaton kívül helyezett fúrt kutakból. Ezek adataiból főként az alföldi rétegvizek regionális nyomásalakulásáról lehet képet kapni.

— Kisebb számban képeztek ki figyelőkutakat az üzemelő nagyobb felszín alóli vízkivételek környezetében (Kecskemét, Debrecen térségében, a Dunakanyar vízbázisain, az Ercsi öblözetben, a Mohácsi-szigeten stb.). A regionális hálózat tagjai a VÍZIG-ek, az üzemi hálózatok a üzemeltetők birtokában vannak. Ebben az időszakban épültek meg a Fővárosi Vízművek megfigyelőkútjai is a Szentendrei-szigeten 100-nál nagyobb számban.

— Az OMFB támogatta a felszín alatti vizek országos vízminőségi ellenőrzőhálózatának kialakítását is. A munka egyik eredménye az ilyen vizek vízminőségfigyelő törzshálózatának kialakítása. A 600 megfigyelési helynek döntő többsége vízművállalatok kezelésében lévő termelőkút.

4.2. A felszín alatti vizekre irányuló jövőbeni vízrajzi tevékenység megrajzolásához meg lehet fogalmazni néhány meghatározó szempontot. Ezek:

— A felszín alatti vizekben térbeli folyamatok játszódnak le. Ezek kisebb-nagyobb területiségekhez kapcsolódnak: például egy partiszűrőesü öblözethez, egy vízkivétellel kiváltott áramlási térhez stb. Az egységek kapcsolatban is állhatnak egymással.

— A vízrajzi megfigyelésekkel ezeket a folyamatokat kell tudni megbízhatóan jellemezni; például egy depressziós tér alakulását egyetlen vizadó rétegben; többretegű rendszerben rétegenként a nyomásalakulást; egy szennyező-front előrehaladását; egy pontszerű szennyező-forrásból származó csóva terjedését stb.

— A felszín alatti folyamatok egy része előrejelezhető annyira, hogy az ellenőrzésükhöz szükséges megfigyelések helye viszonylag jól kijelölhető (például egy depressziós tér alakulása érdekében, ha a hidrogeológiai viszonyok ismertek). Más folyamatoknál az előrejelzés sokkal kevésbé megbízható, esetleg lehetetlen. Ilyenkor a folyamat nyomonkövetésére szánt figyelőrendszer egy részét feltétlenül rosszul telepítik (például egy szennyező csóva nyomonkövetése érdekében).

— A folyamatok lehetnek helyi, regionális és országos jelentőségűek (anélkül, hogy most meg lehetne mondani az ilyen kategóriák ismerveit.) Ugyanaz a folyamat helyi, vagy regionális jelentőségűből országos jelentőségűvé válhat.

— A felszín alatti folyamatok jelentőségük szerinti jellemzéséhez tehát minden megszerzhető adatra szükség van. Az adatok megszerzése után lehet dönteni afelől, hogy egy bizonyos szintű (célú) értékelésbe az adatok milyen csoportjait vonják be.

— Az adatok csak igen kis hányadáról lehet ugyanis elkezdésük előtt megmondani, hogy azok szükségtelenek lesznek. Még kevésbé lehet azt előre megmondani, hogy bizonyos helyekről származó adatok szükségtelenek (vagy szükségesek) lesznek-e.

— Mindez azért van így, mert jelentősége (helyi, regionális, vagy országos) a folyamatnak van, nem pedig az adatoknak. Az adatnak — azon belül, hogy milyen jelentőségű folyamatot jellemez — abban van a jelentősége, hogy mennyiben jellemzi a folyamatot.

— Ma biztos, hogy kevesebb helyről keletkeznek adatok, mint amennyi bármely felszín alatti folyamat bármilyen szintű jellemzéséhez szükséges. Ezért fokozni kell a vízrajzi adatgyűjtést ezen a téren. Valószínű, hogy az adatgyűjtés fejlesztésében a következőket kell szem előtt tartani:

= a lehető legnagyobb számban kell *meglévő* (alkalmas) objektumokat kapcsolni az adatgyűjtésbe. A legtöbb esetben ez olcsóbb, mint új megfigyelési helyek kialakítása;

→ az így szerezhető adatok kiegészítésére kell új objektumokat létesíteni;

= *reprezentatív* — de nem szükségszerűen centralizált — *tároló és kezelő rendszert* kell kialakítani a különböző folyamatokat jellemző (különböző jelentőségű) adatok feldolgozására és értékelésére.

Az adatgyűjtéssel olyan *jelenségek* tisztázását kell szolgálni, mint például:

— helyi, regionális és országos nyomásváltozási, továbbá vízminőségváltozási tendenciák kimutatása a felszín alatti vizekben;

— az egyes felszín alatti víztípusok kapcsolattrendszere és azok egymásra gyakorolt hatásai;

→ a felszíni és a felszín alatti vizek összefüggései.

Mindezt az előrejelzést lehetővé tevő adatsűrűségig elmenve kell tenni. Itt és most nem részletezhető, hogy milyen részjelenségeket kell megjeleníthetővé tenni a mondottakon belül. Az azonban állítható, hogy a jelenségek megismerése teljesen *gyakorlatias célzatú* kell legyen. A vízrajzi tevékenységnek ez a csoportja kell, hogy hozzásegítse a szakterület olyan feladatok mainál nagyságrenddel jobb megoldásához, mint például az üzemelő vízellátási vízkivételek biztonságának fokozása; szennyeződési folyamatok és szennyezőforrások jelentőségének számszerűsített értékelése; konkrét, gazdaságossági szempontból helytálló intézkedések megtervezése és megtétele utóbbiak ellen; jövőbeni vízbeszerzéseink jobb megtervezése, távlati biztonságuk megteremtése, stb.

Az adatgyűjtés fejlesztésének mindig lesznek pénzügyi korlátai. Ezen a területen is kimunkálhatók gazdaságossági szempontok. Adatgyűjtő helyek, illetve adatok kiválasztásánál azonban még hosszú ideig nem az kell legyen a válogatás szempontja, hogy melyek a leginkább szükséges adatok, hanem, hogy melyektől lehet biztosan eltekinteni.

Mindez még nincs kellően átgondolva. Még kevésbé van kimunkálva. Sok lesz a szakmai vita, amíg az elvek és módszerek mindenben tisztázódnak.

5. Tudományos kutatás

A kutatómunka szemléletének, módszereinek és eredményeinek alakulását *bemutatni* csak nagyon hosszadalmas lehetne. Ez itt és most nem lehetséges. Talán lehet azonban *jellemezni* az elmúlt, mintegy húsz évben lezajlott folyamatot és vázlatot adni a jövőről.

5.1. A *jelenig tartó folyamat* fő jellemzője, hogy

— a tudományos kutatás irányait, a vizsgált területeket egyre kevésbé az egyéni, vagy intézményi érdeklődés szabja meg; uralkodóvá vált, hogy a kutatásnak a vízgazdálkodási (bányászati, ásványvagyon-gazdálkodási) gyakorlat által megfogalmazott kérdésekre kell választ adni;

— a megválaszolásához egyesíteni kellett a földtani, áramlástan, vízkémiai, stb. ismereteket azon a szinten, ahol azok tartottak;

— a kutatás eközben megfogalmazta mindazt, amit tenni kell egy későbbi, jobb válasz kialakításához, de kísérletet tett a lehető legjobb válaszra az ismeretek adott szintjén;

— közben a válaszok egyre inkább számszerűekké váltak és egyre több gazdasági következményt hordoztak.

5. 2. Időszakunkra:

— teljessé vált a vázolt folyamat: a vízgazdálkodási gyakorlat sokkal több, jelentős gazdasági következménnyel járó kérdést tesz fel a kutatásnak, mint amennyi megválaszolható;

— a kapott válaszok korrektek: mindent tartalmaznak az eddigi kutatások felhasználható eredményeiből és azt tükrözik, hogy a kutatóbázis szakemberei számára ugyanolyan fontos a jó válasz, mint a kérdésfeltevők számára;

— a kutatásban résztvevő intézmények szakemberei között jó szakmai egyetértés alakult ki, amely nem tartalmaz több véleménykülönbséget, mint amennyi a tudományterület egészséges előreviteléhez szükséges;

— ezzel együtt *fordulópont*hoz jutott a tudományos kutatás: a számára feltett kérdések száma annyira megnövekedett és a szükséges válaszok összetettsége annyira fokozódott, hogy az együttműködő kutatóbázisnak ki kell szélesednie az eredményes válaszoláshoz; a szélesedés nem történhet a ma résztvevő szervezetek túlduzzasztásával, hanem további kutatóhelyeket kell bekapcsolni; ez nem jár nehézség nélkül: pénz kell hozzá, együttműködési készség és tolerancia, amely helyet ad a később bekapcsolódók felzárkózásának.

5.3. A *jövőben* folytatódni fog a kiteljesedés:

— fokozódni fog a kémia jelentősége a felszín alatti vizekre irányuló kutatásokban és bekapcsolódik a biológia is; mindez be kell, hogy illeszkedjen a kutatómunka jól kialakult szemléletébe;

→ ahhoz, hogy az összetett kérdésekre válaszolni tudó, megfelelő színösszetételű kutatóbázis használható válaszokat adjon, a 4.-ben említett módon kifejlődő vízrajzi tevékenységre van szükség, mert ma már — szerencsére — több a kutatás rendelkezésére álló elméletileg jól megalapozott eszköz, mint a mérés és megfigyelés, amely az eszköztárat eredményesen alkalmazhatóvá tenné.

Az elmondottakból nehéz lehet összeépíteni a képet felszín alatti vizeinkkel folyó és folytató gazdálkodásról; annak helyzetről és várható fejlődéséről. Önkényes volt a szemléletalakulás, a szervezet, az adatgyűjtés és a tudományos kutatás vonulatainak kiválasztása. Szólni kellett volna még a vízügyi hatósági munkáról, amelybe szervesen beépültek a felszín alatti vizek kérdései; a szakemberképzésről, amely felvevő piac hiányában legfeljebb ha stagnál; a jogszabályalkotásról, ami csak a legutóbbi időben kezd felvenni a megfelelő szereket a palettára, ezek valóban sehogyan sem helyezhetők el az örökölt képen: az ágazatközi és a nemzetközi együttműködés öröndetes fejlődéséről.

Remélhető azonban, hogy ha önkényes is volt a tárgyalt területek kiválasztása, az elmondottak azokon belül a valóságot tükrözték. Remélhetően így van ez a jövőről elővetelezett képpel is. Talán elfogadható, hogy ezt a közleményt írója némi tapasztalattal inkább rögzítette a jövőnek a ma kiolvasható jeleiből, semmint saját vágyait vetítette ki a jövőbe.

Endre Almássy

*History and prospects of subsurface water management
in Hungary*

To characterize subsurface water management in the last, say, twenty years and to give a forecast for the years ahead, the history of such factors as approaches and attitude, organization, data-collecting and evaluation and scientific research are selected. The conclusion is drawn that in *general thinking* the assessment of the functions and characteristics of the subsurface waters is becoming more and more realistic; that the *organization* has been decentralized in a proper direction and the it can be boasting of good results; that the *data-collecting*/hydrological activities have developed but very little and rather heterogeneously; that *scientific research* has been giving more and more quantified and composite answers to questions of the practice. Future approaches and attitude should become more *elaborate*; the organization should be improved chiefly in the *firms extracting* the groundwater; most progress, including the use of novel approaches, is needed in the *hydrological activities*; and scientific research has come to a turning-point, where the development of a sophisticated and versatile research base is required.

Gegenstände wie Veränderung der Betrachtungsweise Organisation, Datensammlung und -auswertung und wissenschaftliche Forschung werden zur Charakterisierung der Bewirtschaftung unterirdischer Wässer in den letzten etwa zwanzig Jahren ausgewählt und eine Vorhersage für die Zukunft versucht wird. Es wird festgestellt, dass in der *allgemeinen Denkungsart* die Auswertung der Funktionen und Charakterzüge der unterirdischen Wässer immer mehr real wird; dass die *Organisation* in einer gesunden Richtung und mit guten Ergebnissen dezentralisiert wurde; dass die *Datensammelungs*-/hydrologische Tätigkeit sich nur wenig und auf eine heterogene Weise entwickelt hat; dass die *wissenschaftliche Forschung* immer mehr zahlenmäßige und komplexe Antworten auf die Fragen der Praxis gibt. In der Zukunft wird die Betrachtungsweise immer mehr *nuanciert* werden müssen; die Organisation wird hauptsächlich in den unterirdischen Wässer gewinnenden Betrieben weiterentwickelt werden müssen; die grössten und sogar in ihrer Betrachtungsweise neuartigen Entwicklungsmaßnahmen werden in der *hydrologischen Tätigkeit* notwendig sein; die wissenschaftliche Forschung ist ihrerseits zu einem Wendepunkt gekommen, wo die Forschungsbasis mannigfaltig gemacht wird.

Эндре Алмаш

Развитие экономики подземных вод и возможности дальнейшего развития в данной области

Для характеристики экономики подземными водными ресурсами в настоящей работе рассматриваются изменение подхода к данному вопросу и организации, а также ход сбора и оценки соответствующих данных и история научных исследований на протяжении последних примерно двадцати лет и делается попытка дать прогноз на будущее по этим же вопросам. Автор статьи отмечает, что в *мышлении общественности* оценка функций и характеристик подземных вод становится всё более и более реалистической; *организация* развивалась в правильном направлении, причем децентрализация привела к хорошим результатам; деятельность в области *сбора данных*, то есть гидрологические работы развивались только мало и довольно гетерогенно; *научные исследования* дают все более конкретные и комплексные ответы на вопросы практики. Подход к вопросам экономики ресурсов подземных вод в будущем должен стать более *нюансированным*; организацию водного хозяйства надо будет усовершенствовать главным образом в части *водозаборов* подземных вод; наибольшее развитие с применением новых подходов потребует в *деятельности гидрологической службы*; что касается научных исследований, то здесь развитие дошло до точки переворота с необходимостью создания разнообразной научно-исследовательской базы.

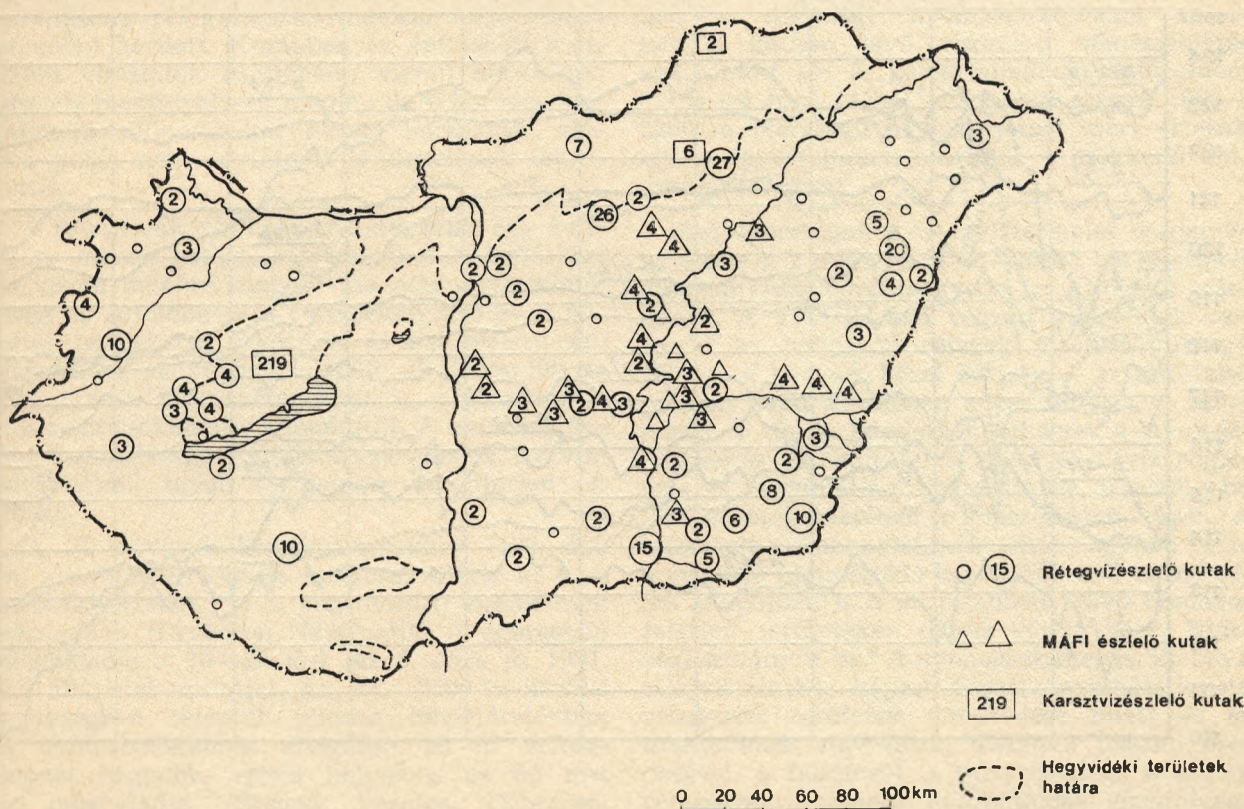
A rétegvizek regionális nyomáscsökkenése a rétegvízészlelő kúthálózat adatainak tükrében

Az országos rétegvízészlelő kúthálózat kiépítése még nem fejeződött be, de a több mint egy évtizede folyó észlelések — elsősorban az Alföldön a MÁFI és a vízügyi kezelésű figyelőkúthálózatban — már jó képet adnak a pleisztocén-pliocén ivó- és hévízadó rétegösszletben kialakuló regionális depresszióról, amely a növekvő rétegvíztermelés következménye. Az eddigi megfigyelések alátámasztják, hogy a kitermelt víz nagyobb része a felszínről utánpótlódik, aminek vízmínóségi következményeit és a talajvízháztartásra gyakorolt hatását nem lehet figyelmen kívül hagyni. A regionális depresszió alakulását numerikus számítógépi modellrendszer segítségével kell tovább vizsgálni.

A felszín alatti vízfajta közül a talajvízszint-észlelésre alakult ki legkorábban országos kúthálózat, a Vizrajzi Intézet 1933-ban kezdte meg kiépítését, s jelenleg 1524 talajvízszint-észlelő kutat működtetnek az országban. A karsztvízszint-észlelő kúthálózat kiépítése az ötvenes években kezdődött el, s jelenleg vízügyi kezelésben 193 karsztvízszint-észlelőkút működik, zömmel a Dunántúli-középhegységben, s a vízügyi kezelésű hálózatot hasonló méretű bányászati kezelésű észlelőhálózat egészíti ki.

A rétegvízészlelő kúthálózat kiépítésének kezdete a hatvanas évek második felére tehető, amikor a VITUKI a nagyobb rétegvíztermelő vízművek környékén megkezdte a rétegvízszint-észleléseket. A hetvenes években a hálózat a Mátra-bükkaljai lignitbányászat területén, valamint a VIKÓZ által¹¹ tervezett országos hálózat első és utolsó tagjaként létesített Debrecen környéki kutakkal, majd az OMBF támogatásával nagyobb számú üzemén kívüli kút átalakításával nyert figyelőkúttal bővült a hálózat elsősorban a Nagyalföld területén. Jelenleg vízügyi kezelésben 213 db rétegvízészlelő kút üzemel, az adatokat a VITUKI dolgozza fel.¹ A rétegvízészlelés terén kiemelkedő jelentőségű a MÁFI által a Nagyalföldön a hetvenes években kiépített figyelőhálózat,⁹ amelyet a vízügyi hálózatot sokszorosan meghaladó költséggel, részletes vizsgálatokkal egy É—D és K—Ny-i tengely mentén telepítettek (75 db kút). Jelenleg a MÁFI a Kisalföld területén épít ki figyelőkúthálózatot, amely elsősorban a sekélyrétegek megfigyelésére szolgál.

A rétegvízészlelő hálózat (1. ábra) nem te-



1. sz. ábra. A réteg- és karsztvízészlelő kutak darabszámának területi eloszlása

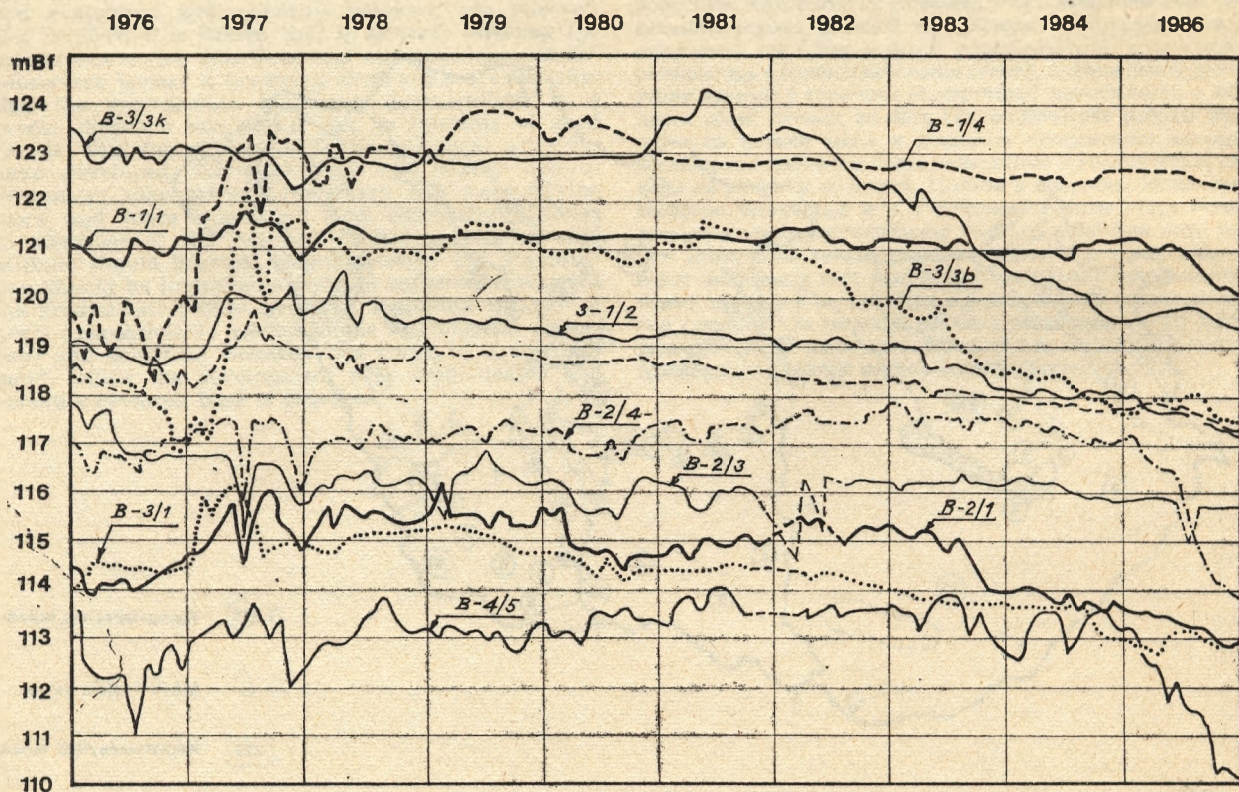
kinthető országosan egységesnek: nemcsak területi, hanem vertikális fejlesztésre is szorul, az egyes mélység szintek észlelése nem arányos. A teljes kiépítés költsége milliárdos nagyságú¹¹, s ennek költségfedezete valószínűleg nem fog a közeljövőben rendelkezésre állni, ezért van nagy jelentősége a termelő kutat bevonásának. A termelő kutat építéskor, időszakos vizsgálatok alkalmával nyert, valamint üzem közbeni mérési adataink mennyisége nagyságrenddel meghaladja a figyelő kutat adatmennyiségét, de azok megbízhatóságát, pontosságát természetesen nem éri el. A 60 ezret meghaladó számú mélyfúrású kút nagy része rétegvíz kút, s ezek nagy részének van nyugalmi-vízszint adata, amelyekkel — bár a térben mindig más ponton — időben is jellemezhető a tároló nyomásváltozása.

Az időszakos kút vizsgálatokat rendszeresen a hévízkutaknál végzik. Az ezekből nyerhető adatok fontosságát kiemeli, hogy a nagyobb mélységű hévízadó rétegekre a magasabb költségek miatt figyelő kutatokat nem telepítettek. Az időszakos kút vizsgálatokat 1—2 éves gyakorisággal végzik, míg az üzemi méréseket általában havonta. Ez utóbbiakat a nagyobb vízművek termelő kútjain 1978 óta végzik, sajnos sok helyen még nem megbízhatóan. Fontos információ többletet jelentene a vízművek lokális vízszint-észlelő kúthálózatának kiépítése, ami ma az esetek zömében hiányzik.

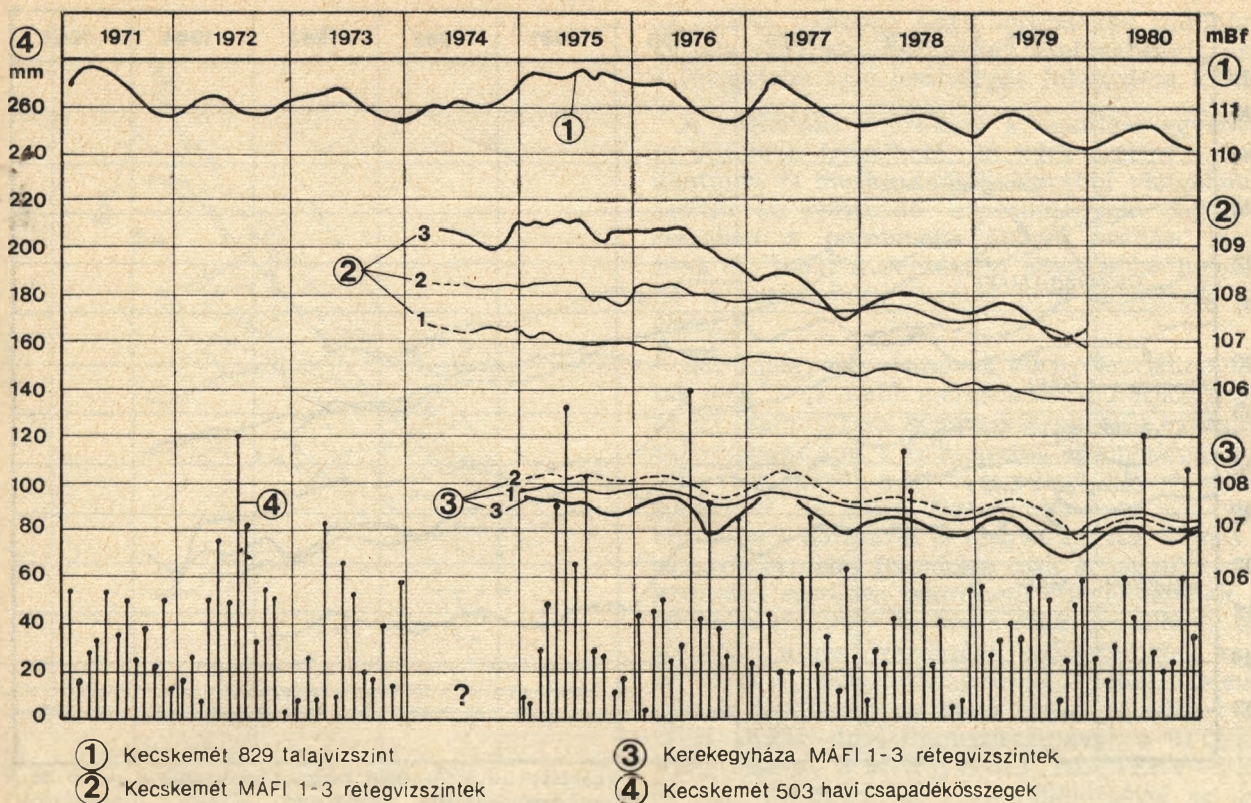
A természetes évszakos és hosszabb periódusú nyomás- és vízszint változásokat a hidro-

meteorológiai viszonyok hasonló változásai okozzák, s természetszerűleg ott érvényesülnek ezek a legjobban, ahol a rétegvíz tárolók a felszínnel, a felszíni vizekkel és a talajvízzel kapcsolatban vannak. Rétegvíz tárolóink — ezek nagy része pleisztocén—pliocén homokos medenceüledék — az Alföld peremvidékén és a Dunántúlon vannak alárendelten kapcsolatban a felszíni vizekkel, a rétegvizes területek nagyobb részére a talajvizekkel való hidraulikai kapcsolat jellemző, amely féligáteresztő rétegeken, ill. a vízzáró rétegek folytonossági hiányain keresztül valósul meg.⁴ A 2. ábra bükkaljai példán mutatja a rétegek kibúvásain keresztül megvalósuló hidraulikai kapcsolatot a felszíni vizekkel. Ilyen esetben a nyomásingadozások nem periodikusak és a rétegek feletti talajvíz szint ingadozásait meghaladhatják, míg a felszíni kibúvásoktól távolos területeken általában szabályosabb évi periódusú, a talajvíz szint-ingadozásnál kisebbek (3. ábra), a mélységgel csökkenő mértékűek, ami a rétegvízadó-képződményeket a talajvíztartótól elválasztó féligáteresztő rétegeken keresztül megvalósuló hidraulikai kapcsolatot tükrözi, de szerepet játszhat a fedőréteg terhelésnövekedése is, amelyet rövididejű változások esetében, zárt rétegeknél a víz vesz fel. Ezt a jelenséget a légnyomásváltozásokkal kapcsolatban is vizsgálták,¹⁰ itt ezzel, valamint a rövid periódusú árapályhatással nem foglalkozunk.

A regionális nyomáscsökkenés tényét az Alföld 100 m-nél mélyebben települt víztartóiban



2. sz. ábra. Rétegvíz szint-változások a Bükkalján, 40—150 m mélységben települt pliocén vízadóokban (szerk.: Ágotai Gy.).



3. sz. ábra. Kecskemét környéki talaj- és rétegvízszint-változások (a kutak 73–525 m között, különböző mélységben települt vízadó rétegeket észlelnek).

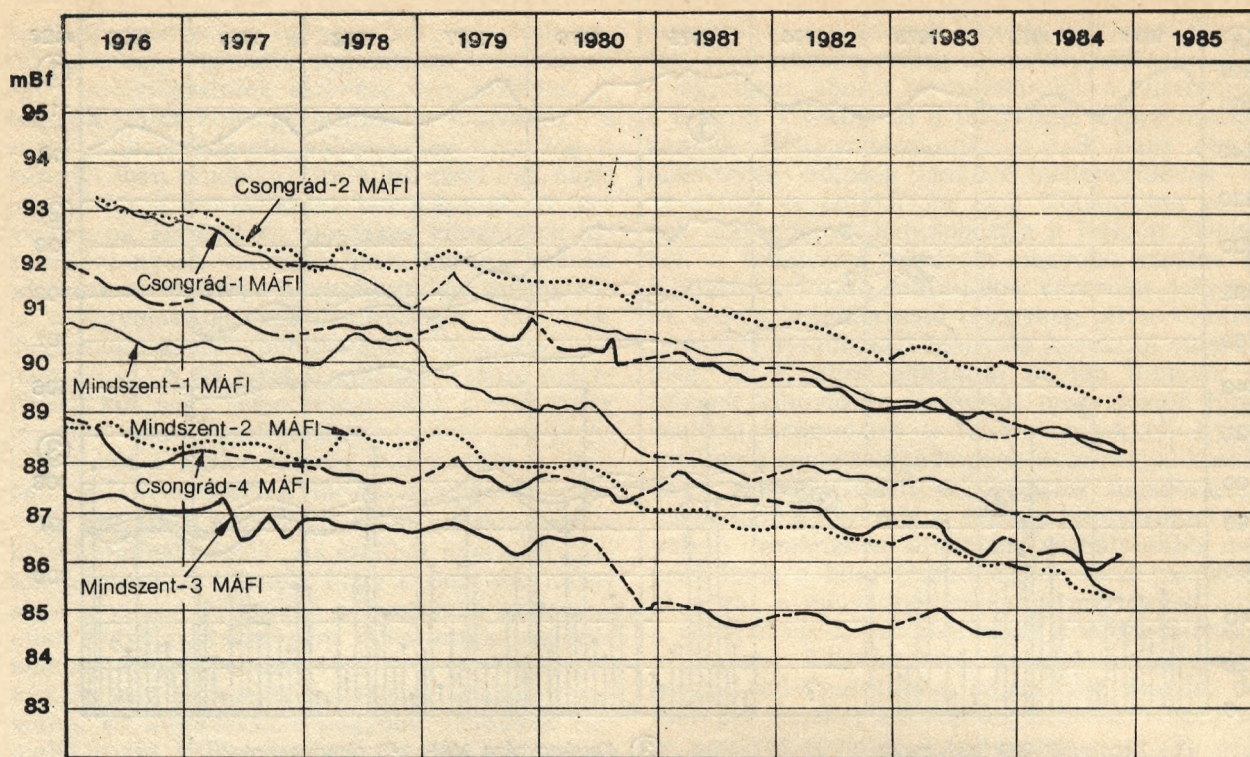
csak a hetvenes években ismertük fel, amikor az említett rétegvízészlelő-hálózat fokozatosan működni kezdett. Korábban az építéskori nyugalmi vízszintek és néhány vízmű környékén végzett megfigyelések alapján az akkor még kismértékű süllyedéseket térben lokálisnak, időben pedig nem egyirányú tendenciának tekintették.

A rétegvízészlelő-hálózat több, mint egy évtizedes mérési adatai, a termelőkutak építéskori és üzemi mérései alapján ma már egyértelmű, hogy az Alföldön — a peremeken alsó —, a középső területeken a középső és alsó pleisztocén, valamint a mélyebben települt, általában hévízadó pliocén homokrétegekben — a piezometrikus szint csökkenése állandósult. A nyomáscsökkenés a mélységgel általában növekszik, s a vízkivételektől távoli területekre is kiterjed (4. ábra).

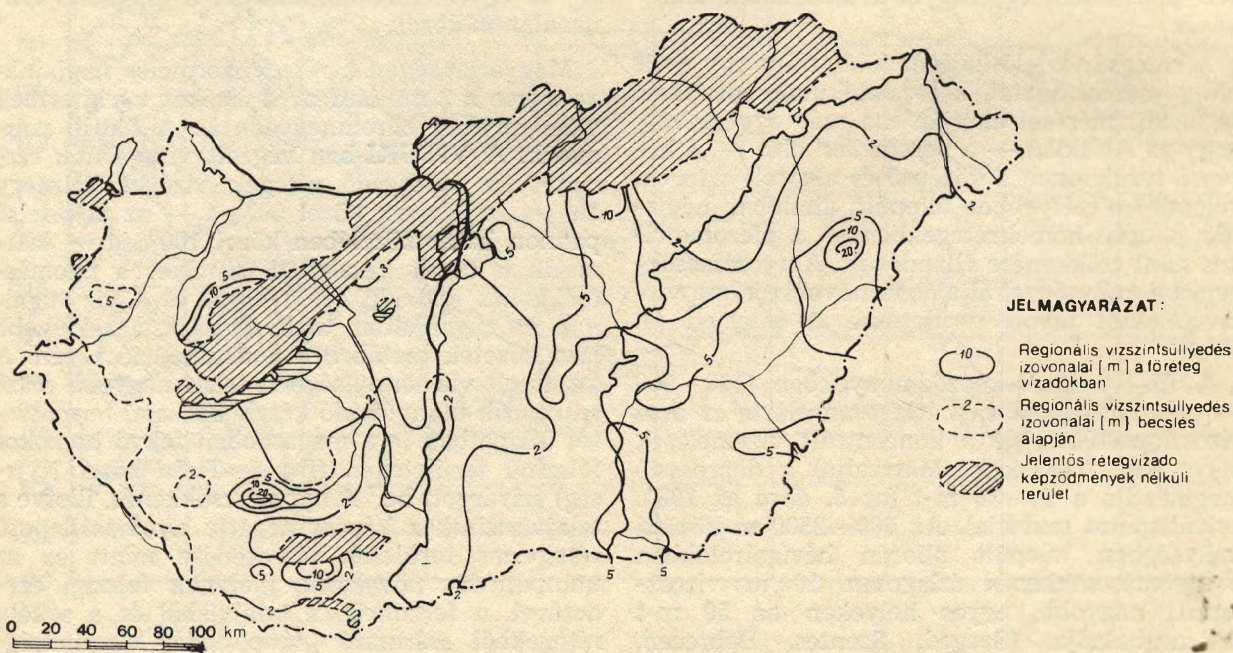
A fő ivóvízadó-képződményekben (100–500 m) a nyomáscsökkenés átlagosan elérte az 5 m vízoszlopértéket, de a koncentrált vízemelések környékén (Debrecen, Mátraalja) a depresszió meghaladja a 20–30 m-t (az 5. ábra az 1981. évi állapotot mutatja). Az 500–2500 m közötti mélységben települt pliocén hévíztárolókban a nyomáscsökkenés átlagosan 10 m vízoszlopnál nagyobb, egyes helyeken az 50 m-t is meghaladja. (Szeged, Szentes, Debrecen, Hajdúszoboszló.) A hévízkutak esetében a termelőkutak kútfejnyomásmérései szolgál-

tatják a legtöbb információt, amelyet azonban a mélységi nyomásmérésekkel szemben a kútban lévő vízoszlop hőmérsékletének, oldott só- és gáztartalmának változásából származó hiba terhel.⁶ Csongrád megye 1000–2200 m mélységű hévízkútjainál mért értékek így is egyértelműen mutatják a csökkenő tendenciát (6. ábra).

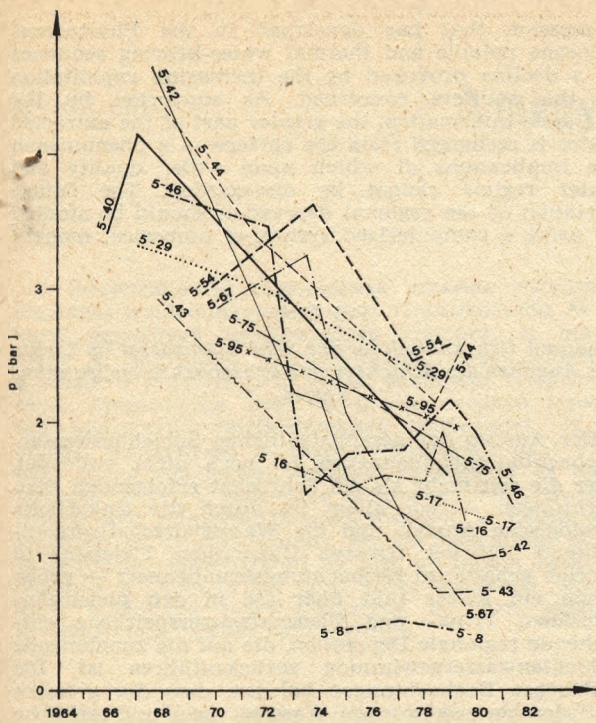
Magyarországon a rétegvíztermelés napjainkra elérte a 2 milliárd m³/d értéket, s a kitermelt vízmennyiség háromnegyede az Alföldről származik. A VITUKI-ban végzett vizsgálatok szerint^{5,6} az ivóvízadó rétegek vízének mintegy 10%-a, a hévizek közel 50%-a — az alsó-felső pannon határ közelében közel 100%-a — származik a tárolt készletből, amelyet a nyomáscsökkenés szabadít fel a kőzet és a víz rugalmas és rugalmatlan alakváltozása, a sekélyebb laza kőzetek esetében a konszolidáció révén. A kitermelt vízmennyiségnek tehát nagyobb része származik utánpótlódó készletből, ami természetes állapotban is a magasabban fekvő homokos felszínű területeken (Duna–Tisza köze, Nyírség) szivárgott be.² A nyomáscsökkenés, illetve a talajvízszinthez képest negatív nyomásállapotú rétegvízes területek növekedése miatt ez az utánpótlódás növekszik, melynek felszíni eredetével, a felszínről, a talajvízből és a sekély rétegekből származó utánpótlódás vízminőség-rontó hatásával is számolni kell. Ma már ez a helyzet a korábban pozitív nyomásállapotú te-



4. sz. ábra. Csongrád megyei MAFI észlelőkutak vízszintjei (a kutak 205—1056 m között különböző mélységben települt rétegeket észlelnek) (szerk.: Ágotai Gy.)



5. sz. ábra. Regionális depresszió a fő pliocén-pleisztocén ivóvízadó rétegösszetben (1981.).



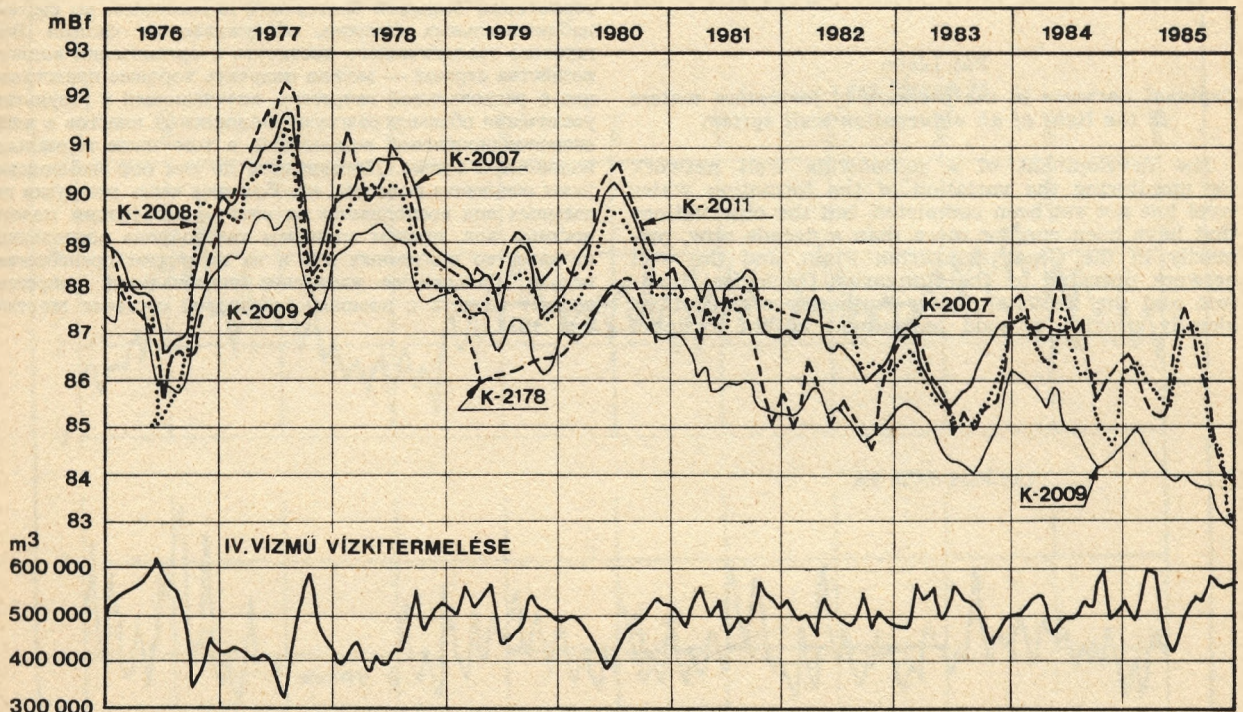
6. sz. ábra. A Csongrád megyei 1000—2200 m mélységű hévíztermelő kutak nyugalmi kútfejnyomásának csökkenése

rületek² egy részén is. A talajvízből történő utánpótlódás egyes területeken már elérheti azt a mértéket, hogy az a talajvízháztartást is befolyásolja és tartós — esetleg káros — talajvíz-szint-süllyedéseket okoz. A Duna—Tisza közén

az utóbbi években nagy területeken mutattak ki talajvízszintsüllyedéseket, melyek egyik oka a rétegvízbe való leszivárgás fokozódása lehet.⁷

A regionális depresszió kialakulása egyelőre az Alföldön igazolható, de jelek szerint a Dunántúlon is megkezdődött. Korábbi vizsgálatok szerint az ivóvizadó képződmények nagyobb részében a permanens állapot beállási ideje 1—2 év, tehát a depresszió növekedése megáll, ha a víztermelés tovább nem növekszik (7. ábra).

Ezt a nagyobb vízművek környékén állapították meg,⁵ s az újabb mérések azt mutatják, hogy az így számítottához képest nagyobbak a vízszint-süllyedések, ami a fetételezett utánpótlódás kisebb mértékével, a tárolt készletcsökkenés elhúzódásával, de külső, figyelembe nem vett víztermelések hatásával is magyarázható. Sajnos a rétegvíztermelés felmérése csak a nagyobb vízkivételek esetében tekinthető elfogadhatónak, a termelés mintegy harmada csak becsülhető, elsősorban a mezőgazdasági vízhasználatok esetében. A nyomásalakulás térbeli—időbeli felmérése is további pontosítást kíván. Mindezek az OVH—KFH—IpM finanszírozásával, a VITUKI irányításával, a MÁFI, KBFI, ALUTERV—FKI és más intézmények közreműködésével az ország regionális vízföldtani modelljének megalkotása kapcsán folyamatban vannak. A regionális vízföldtani modell a szivárgási és transzportfolyamatokat többszintes, numerikus számítógépi modell segítségével szimulálja és jelzi előre, s segítségével a rétegvíztermelés regionálisan ellenőrizhető és tervezhető lesz mennyiségi és minőségi szempontból.



7. sz. ábra. A debreceni IV. vízmű termelésének és a környékbeli, alsó-pleisztocén „visműves” rétegre telepített figyelőkutak vízszintjének alakulása

Az Országos Vízgazdálkodási Keretters⁸ a kitermelhető rétegvíz készleteket a jelenlegi termelés több mint háromszorosának határozza meg,³ az igények alapján a megduplázódásra távlatilag mindenképpen számítani kell. A készlet-igénybevételnek ebben a szakaszában a regionális vízkészlet-gazdálkodás és vízvédelem csak a fenti folyamatok ellenőrzésével és előrejelzésével lehet hatékony.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Ágotai Gy.—Liebe P.: Rétegvíz észlelés 1985. VITUKI tájék. kiadv. 1986.
- [2] Erdélyi M.: A magyar medence hidrodinamikája VITUKI Közlem. 18/1979.
- [3] Liebe P.: Hidrológiai jellemzők meghatározása a Vízgazdálkodási Keretters készítéséhez. Rétegvíz készletek és kitermelési lehetőségeik vizsgálata. VITUKI témabeszámoló 7782/1/68, 1980.
- [4] Liebe P.—Mike K.: Rétegvizeink utánpótlódása és vízminőségi védeltsége. MHT orsz. vándorgyűlése. Győr, 1983. III. kötet, 1983.
- [5] Liebe P.—Székely F.: A rétegvizek utánpótlódásának vizsgálata víztérrel és nyomás adatok alapján. VITUKI Közlem. 23/1980.
- [6] Liebe P.—Székely F.: Nyomáscsökkenések vizsgálata és előrejelzések hévízkutakban. VITUKI Közlem. 23/1980.
- [7] Neppel F.: A Duna—Tisza közti talajvíz szint-süllyedések vizsgálata. VITUKI témabeszámoló 6831—KF—7, 1986.
- [8] OVH kiadv. Országos Vízgazdálkodási Keretters, 1984.
- [9] Rónai A.: A Magyar Állami Földtani Intézet mélységi vízfigyelő kútjainak észlelési adatai (1967—81.). MÁFI kiadv., Budapest, 1982.
- [10] Tóth Gy.: A Magyar Állami Földtani Intézet felszín alatti vízmegfigyelő hálózatának ismertetése (kézirát) 1987.
- [11] VIKÖZ kiadv. Országos rétegvízfigyelő hálózat (1971).

Pál Liebe

Regional decrease in the pressure of formation waters in the light of an observation well system

The development of a nationwide well network for monitoring the variation of the formation water level has not yet been completed, but the observations that have been run for more than a decade now, primarily in the Great Hungarian Plain, and the well network operated by the Hungarian Geological Institute and the National Water Authority organizations already provide a good assessment of the regional

depression that has developed in the Pleistocene-Pliocene potable and thermal water-bearing sequence — a decline provoked by the increasing exploitation of the aquifers concerned. As supported by the available information, the greater part of the extracted water is recharged from the surface — a phenomenon the implications of which upon water quality and water regime cannot be disregarded. The future variation of the regional depression should be studied by using a computerized system of numerical models.

Pál Liebe

Regional Druckabnahme der Schichtenwässer im Lichte der Angaben des Schichtenwasserbeobachtungsbrunnennetzes

Der Ausbau des gesamtstaatlichen Schichtenwasserbeobachtungsbrunnennetzes ist noch nicht vollendet, aber die seit mehr als ein Jahrzehnt erfolgenden Beobachtungen — vor allem im durch die Ungarische Geologische Anstalt und die Wasserwirtschaftsorganisationen auf der Grossen Ungarischen Tiefebene in Betrieb gehaltenen Beobachtungsbrunnennetz — geben schon ein klares Bild über die in den pleistozän-pliozänen Trink- und Thermalwasserspeichern entstehende regionale Depression, die auf die zunehmende Schichtenwassergewinnung zurückzuführen ist. Die bisherigen Beobachtungen belegen, dass der grössere Teil des herausgewonnenen Wassers von der Oberfläche nachgeschoben wird: ein Vorgang, dessen Einfluss auf Wasserqualität und Wasserhaushalt nicht ausser Acht gelassen werden darf. Die weitere Veränderung der regionalen Depression wird mit Hilfe eines numerischen EDV-gestützten Modellsystems weiter geprüft werden müssen.

Пал Liebe

Региональный спад напора пластовых вод в свете данных скважин для наблюдений за изменением уровня подземных вод

Создание общегосударственной сети скважин, предназначенных для ведения наблюдений за колебаниями уровня пластовых вод, еще не завершено, но в свете наблюдений, проводимых уже более десятилетия — в первую очередь на территории Большой Венгерской низменности по системе наблюдательных скважин, обслуживаемых силами Венгерского геологического института и организаций водного хозяйства страны — можно получить хорошее представление о региональной депрессии, возникающей в результате увеличения объемов разгрузки водоносных пластов в плейстоцен-плиоценовой водоносной, в том числе термально-водоносной толще. Проведенные до сих пор наблюдения дают основание полагать, что большая часть разгрузки подземных вод восполняется за счет инфильтрации поверхностных вод, причем влиянием такого рода восполнения на качество подземных вод и на их режим пренебрегать нельзя. Дальнейшее изменение региональной депрессии следует изучать с помощью цифровой системы моделей для ЭВМ.

A magyar medence talajvízszint alakulása

A talajvízállás és változásának ismerete elsősorban síkvidéki területeinken fontos, a vízgazdálkodás és az azzal összefüggő tevékenységek számára. A tanulmány a Nagyalföld talajvízállás-változását ismerteti a meglévő talajvízészlelő kutak adatainak feldolgozásával. Megállapítja, hogy az utóbbi években tapasztalt talajvízállás-emelkedéseknek természetes, és az emberi tevékenység hatására bekövetkező okai vannak, és az emelkedést előidéző természetes és mesterséges tényezők összeesése eredményezhet kedvezőtlennek ítélt talajvízállás-emelkedéseket. A tanulmány ismerteti az 57 részterületre osztott Nagyalföld talajvízháztartási paramétereit és utal az utóbbi aszályos években a Duna—Tisza köze egyes területein jelentkező különleges talajvízhelyzetre, az igen jelentős mértékű talajvízállás-süllyedésekre.

Magyarország teljes területének mintegy 60 százaléka sík vidék. Elsősorban ezeken, a talajvíz változásának megfigyelésére jelenleg közel 1600 talajvíz-megfigyelő kút szolgál. Az első kutak a 30-as években készültek, de a legtöbb figyelőkutat az 50-es években építettük.

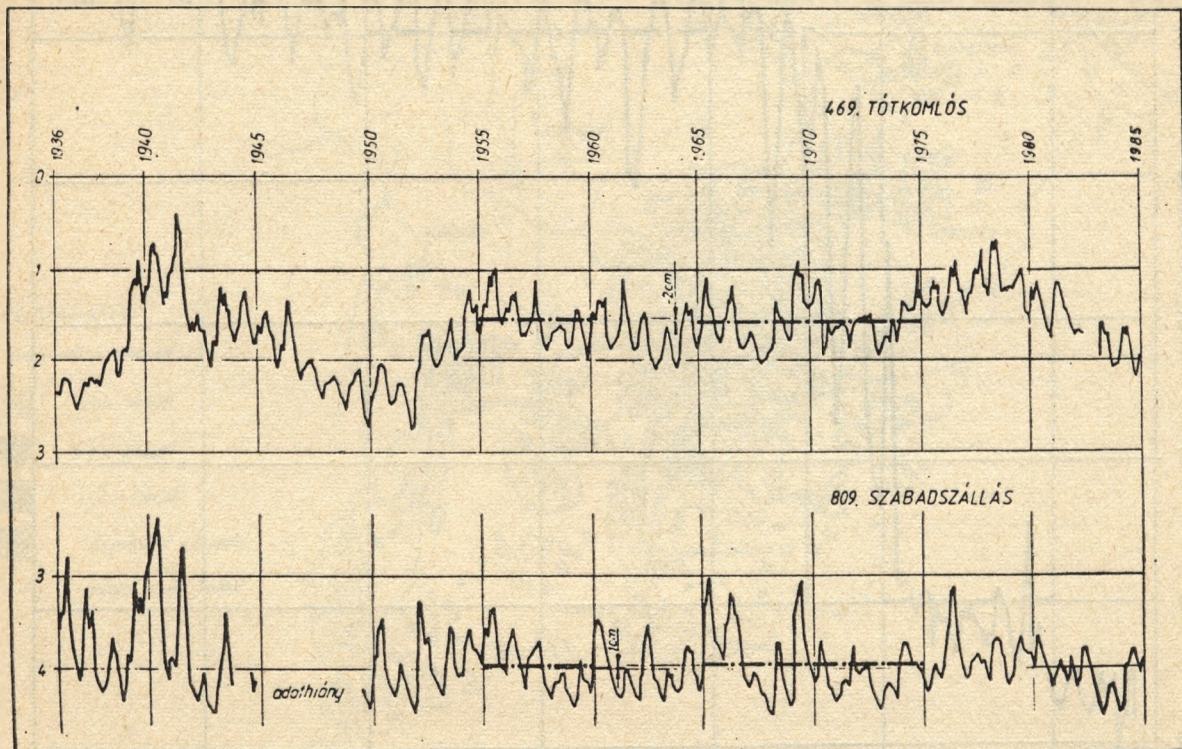
Ezek a megfigyelőkutak elsősorban síkvidéki területeinken helyezkednek el, tekintve, hogy domb- és hegyvidékeinken talajvízeinkkel kapcsolatban kevesebb probléma adódik. Így a továbbiakban csak síkvidéki területeink talajvíz-kérdéseivel foglalkozunk és ezek közül is jelentőségét tekintve elsősorban a Nagyalfölddel.

Talajvízeinket a legjobban úgy jellemezhetjük, ha értékeljük azok felszínében bekövetkezett változásokat.

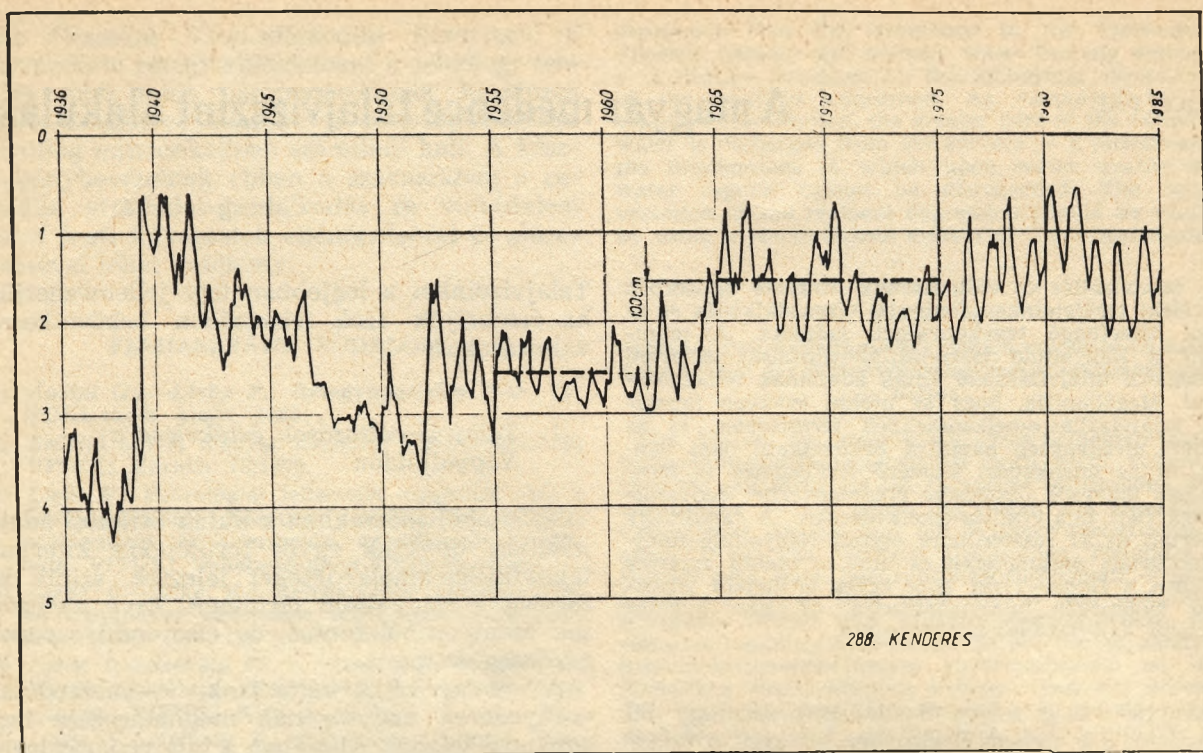
1. Talajvíz-változások értékelése a Nagyalföldön

Az utóbbi időszakban a kutak észlelési adatai jelentős, de csak egyes területekre kiterjedő talajvízállás-emelkedéseket jeleztek, szinte kizárólag a Nagyalföld területén. Ezek elemzése sok szempontból fontos, de elsőrendű a mezőgazdaság számára.

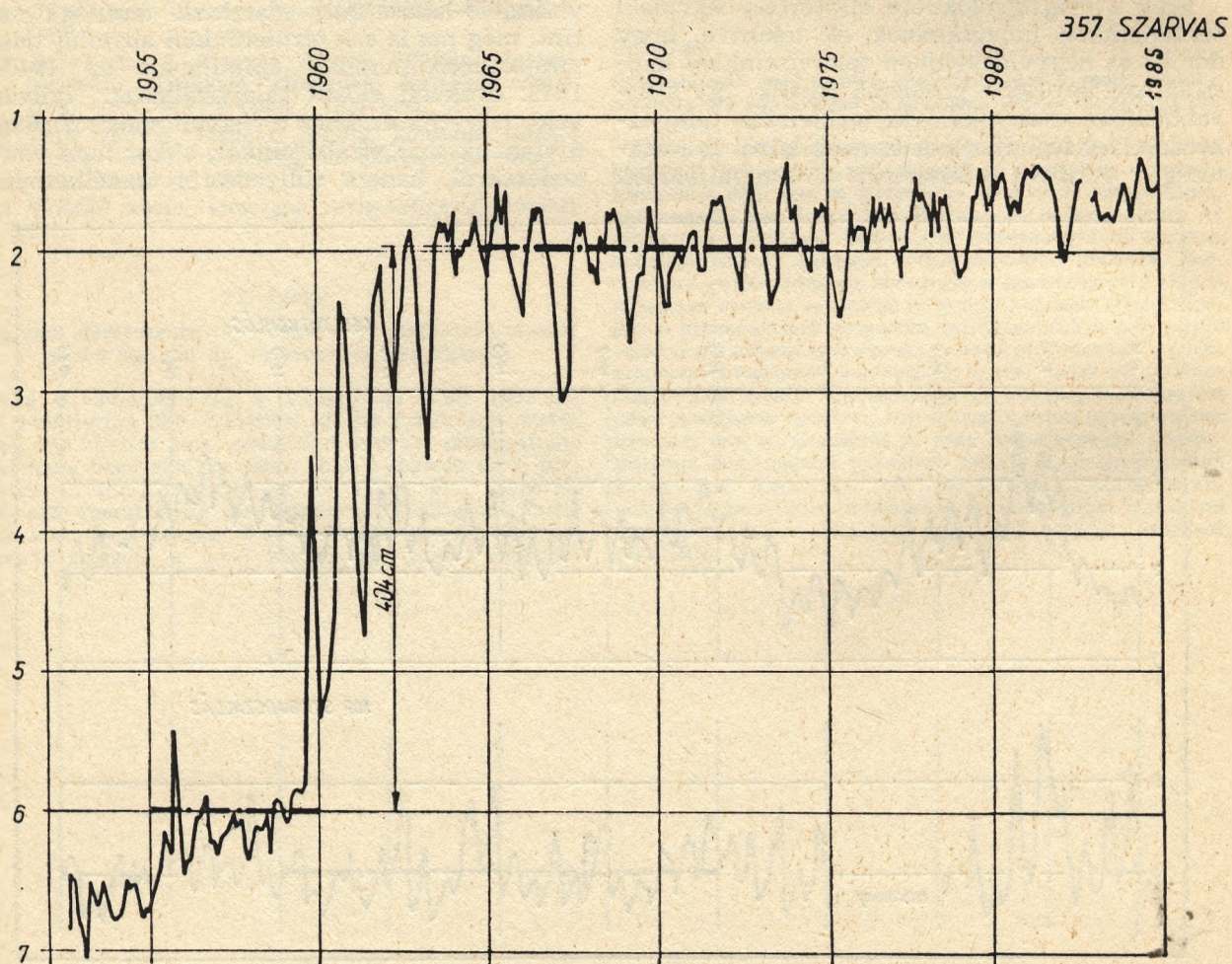
A talajvízállás-változások, -emelkedések, -süllyedések nagyságának meghatározása nem egyszerű feladat. Általában a talajvízjárás ismeretében nyilvánvaló, hogy nem hasonlíthatunk össze pillanatnyi értékeket, hiszen elsősorban a változás trendjének, majd a változás nagyságának a megítélése a feladat. Az országos talajvízészlelő-hálózatunk adatainak tanúsága szerint, még ma is sok területünkön abszolút talajvízállás-maximumnak számítanak az 1940—1942. években előállt talajvízállások. Nyilvánvaló, hogy ha ezekhez a maximumokhoz viszonyítanánk mai vízállásainkat, akkor nem emelkedésekről, hanem süllyedésről beszélhetnénk.



1. sz. ábra. Talajvízállás idősorok



2. sz. ábra. Talajvízállás idősor



3. sz. ábra: Talajvízállás idősor

Síkvidéki területeinken az 1956—1960. évek közötti időszak talajvízállása terep alatti mélységének térképeit fogadtuk el alapadatként. Számításaink szerint ez az 5 éves időszak és így átlagértékei is jól jellemzik 1960-ig a hosszabb adatsorral rendelkező kutak adataiból számított átlagértékeket. Példaképpen bemutatjuk az 1., 2. és 3. sz. ábrák talajvízállás-idősorait, a tótkomlói, a kenderesi, a szarvasi és a szabadszállási talajvízészlelő-kutak adatai alapján.

A szabadszállási 809. sz. észlelőkutunk vízálásidősorában bejelöltük az 1956 és 1960 közötti évekre számított átlagos talajvízállást. Ránézésre is megállapíthatjuk, hogy ez az átlagérték jó közelítéssel átlagos talajvízállásnak vehető 1930-tól 1960-ig. Ugyanez mondható el a 469. sz. tótkomlói kutunk idősoráról is.

A vízálásgrafikonok alapján, különösen a tótkomlói vízálásidősorból, mindenesetre szembe-tűnően azt állapíthatjuk meg, hogy a talajvíz-járás az 1950-es években megváltozott. Az 1950-es évekig az egymásra következő évek nagymértékű, erőteljes, karakterisztikus változásokat mutatnak. Az 1950-es évek után az addig észlelt minimumok már nem jelentkeznek, legalábbis a több évig tartó süllyedési és emelkedési periódusok, és bár az évi talajvíz-ingadozás nagysága alig változik, a talajvízjárás az 1950-es évek után lényegesen kiegyenlítettebb.

Tekintve, hogy a mezőgazdasági technológiában és ezzel együtt a mezőgazdasági termelés-

ben az 1960-as évek közepétől számítható ugrásszerű fejlődésnek lehettünk tanúi, így a változások összehasonlítására az 1966—75. évek közötti 10 éves időintervallumot használtuk fel.

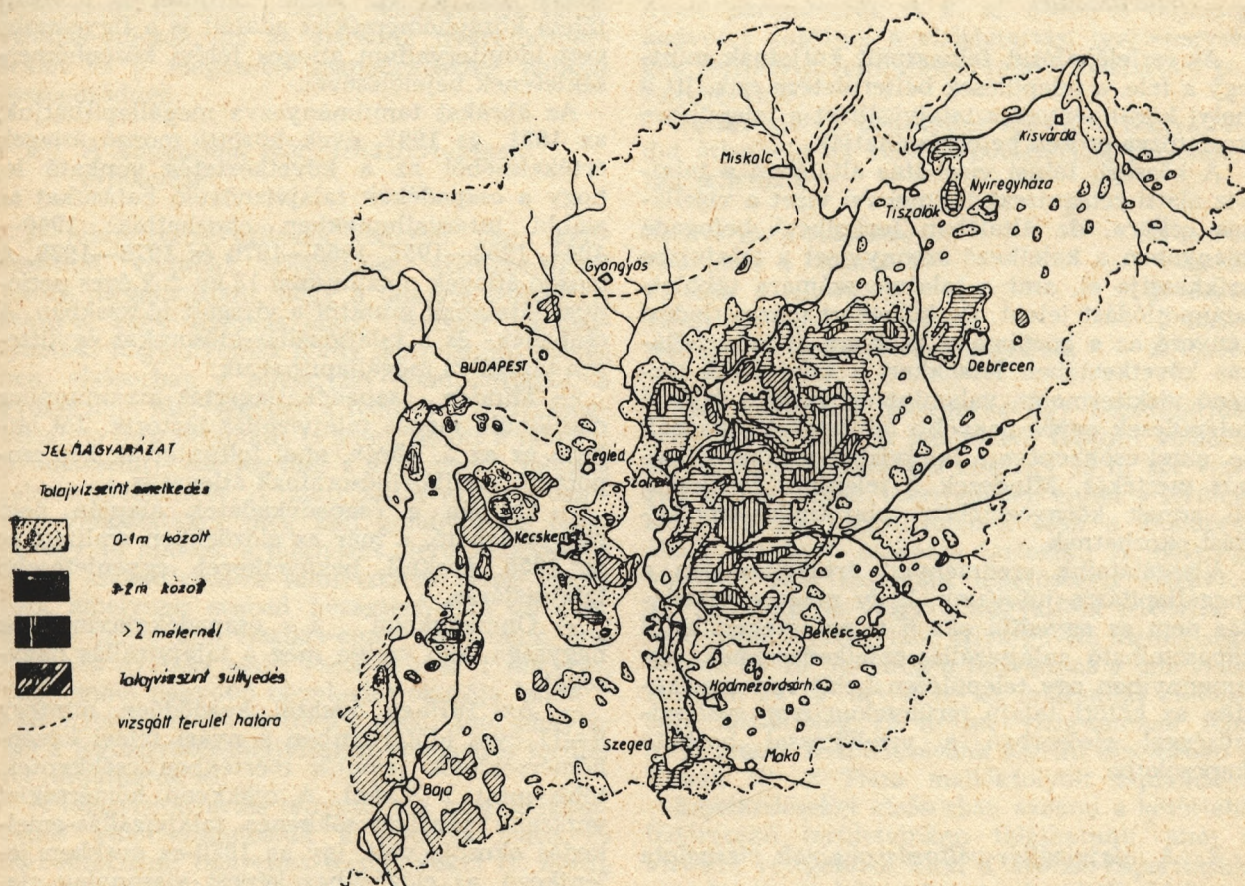
Végző soron tehát az 1956—60. évek 5 éves, és az 1966—75. közötti évek 10 éves átlagos terep alatti talajvízállásainak különbségét használtuk fel a változások felmérésére.

1.1 A talajvízállás-változás térképi ábrázolása

A talajvízállás-változásokat a 4. sz. ábrán láthatjuk. Példaként a változások meghatározására a már hivatkozott ábrák alapján:

Az 1. sz. ábrán a szabadszállási kút idősora példa arra, hogy az összehasonlítási időszakok 0 (+1 cm) változást mutatnak. Ugyanez a helyzet ezen az ábrán a tótkomlói kút idősorának tanúsága szerint. Ez az idősor szintén a 0 (—2 cm) változásra példa.

A 2. sz. ábra, a 288. sz. kenderesi kút idősora már az emelkedésre példa. A bejelölt 100 cm-es emelkedés mellett jól látható, hogy az 1963—65 között bekövetkezett változások egy új, magasabb egyensúlyi helyzet kialakulásához vezettek. Minden valószínűség szerint az öntözés hatására jelentkező, vagy többlettalajvíz-utánpótlódás, vagy az öntözés következtében lecsökkenő talajvízpárolgás idézte elő, hogy a talajvízállás egy magasabb egyensúlyi helyzetbe kerüljön, amely az egyensúly érdekében növekvő párolgást biz-



4. sz. ábra. A talajvízszint változásának alakulása. Az 1956—60. és az 1966—75. közötti átlagos talajvízállások különbsége

tosít. Jól látható az idősorból az 1940. évben ugrásszerűen, feltehetően rizsöntözés hatására jelentkező, közel 3 méteres emelkedés. Feltehető, hogy a háború és az azt követő években elmaradó öntözés tette lehetővé a természetes tényezők mellett a talajvízállás fokozatos csökkenését.

A 3. sz. ábra a szarvasi kút több mint 4 méteres talajvízállás-emelkedését szemlélteti. Megfigyelhetjük, hogy az évi periódusos ingadozás megmaradása mellett a talajvíz piezometrikus szintje 6 m-es mélységből egy öntözőcsatorna biztosította többlet-utánpótlódás következtében emelkedett a terep alatti közel 2 méteres átlagos szintre.

A talajvízállás-emelkedés helyszínrajzát (4. sz. ábra) értékelve két lényeges dolgot állapíthatunk meg:

— Az egyik az, hogy a jelentősebb és összefüggő emelkedések súllyal a nagykunsági, a jászági területeken és a Körös—Tisza szögletében jelentkeznek.

— Lényegében a Duna—Tisza közti terület talajvízei ebben az időszakban nem mutatnak változást, ugyanakkor a nyírségi, hasonló talajadottságú területek, ha kismértékű is, de egyöntetű emelkedést mutatnak, amelynek átlagos értéke mintegy 40 cm-re tehető. (A térképen a nyírségi emelkedéseket nem jelöltük, tekintve, hogy csak az 50 cm-t meghaladó változásokat ábrázoltuk.)

1.2 Települések talajvízállás-emelkedésének vizsgálata

Az észlelőhálózat felhasznált kútjainak mintegy a fele, a települések belterületére esik. Itt a helyi körülmények a talajvízállást a településre korlátozva erősen befolyásolhatják.

A községi, falusi vízellátás általában a talajvíz alatti rétegvizekből emel fel vizet a vízellátás céljára, de általában terhelhető befogadó hiányában a keletkező szennyvizet a talajvízbe szikkasztja el, ami a talajvíz számára többlet-utánpótlódást jelent. De közvetett utánpótlódási tényező az a körülmény is, hogy az ivóvízellátás következtében lecsökken a talajvízből történő vízkitermelés, valamint az, hogy a fejlődő települések egyre nagyobb felületeket takarnak le, ezzel csökkentve a talajvízből történő párolgás mértékét. Mindezek a település területén, ill. annak környezetében talajvízállás-emelkedést okozhatnak.

Vizsgálataink eredményeit értékelve arra a megállapításra jutottunk, hogy maga a vízellátás nem az egyedüli oka a településeken belül tapasztalható talajvízállás-emelkedéseknek. De amennyiben egy településen belül van emelkedés, az kötött talajú területeken nagy valószínűséggel elsősorban a vízellátással hozható kapcsolatba.

2. A talajvízállás-változás okainak vizsgálata

A talajvízállás-változást előidéző okok vizsgálata során természetes és mesterséges hatá-

sokról beszélünk. A természetes hatások körébe soroljuk a meteorológiai tényezőket, a talaj- és rétegadottságokat, és némileg önkényesen a növényzet hatását. Tulajdonképpen ebbe a csoportba kell sorolnunk a természetes állapotban lévő felszíni vizeinket is. Itt kell azonban utalnunk arra, hogy nyilvánvalóan a ma természetes hatásként értékelt tényezők kialakulását az emberi tevékenység változtatta meg, pl. a folyószabályozással hatalmas területek természeti tényezőit alakítottuk át a múlt században is.

Változó hatásként az emberi tevékenység következtében létrejött változásokat értékelhetjük.

2.1 A meteorológiai viszonyok értékelése

Vizsgáltuk az Alföld jellemző meteorológiai állomásainak 1931—80. között észlelt téli, nyári félévi adatait. Az adatok önmagukban nehezen értékelhetők, és azt sugallják, hogy olyan változások a csapadéokban, amelyek indokolnák a 4. sz. ábrán vázolt emelkedéseket, ill. talajvízállás-változásokat, a Nagyalföld területén nem fordultak elő. Tudjuk azonban azt, hogy a változások hosszabb időszak, több év hatásainak összegzett eredményei, így célszerű, ha a változásokat előidézhető adatokat, pl. csapadékadatok sem önmagukban vizsgáljuk, hanem célszerűen ezek mozgó átlagértékeivel dolgozunk. Az 5. sz. ábrán példaképpen az évi csapadékadatok mellett feltüntettük azok 3 éves mozgó átlagértékeit Tiszafüred meteorológiai állomása adatai alapján. Az ábrán feltüntettük a nyári félévi középhőmérséklet adatait is a figyelembe vett időintervallum átlagos félévi középhőmérsékletének bejelölésével.

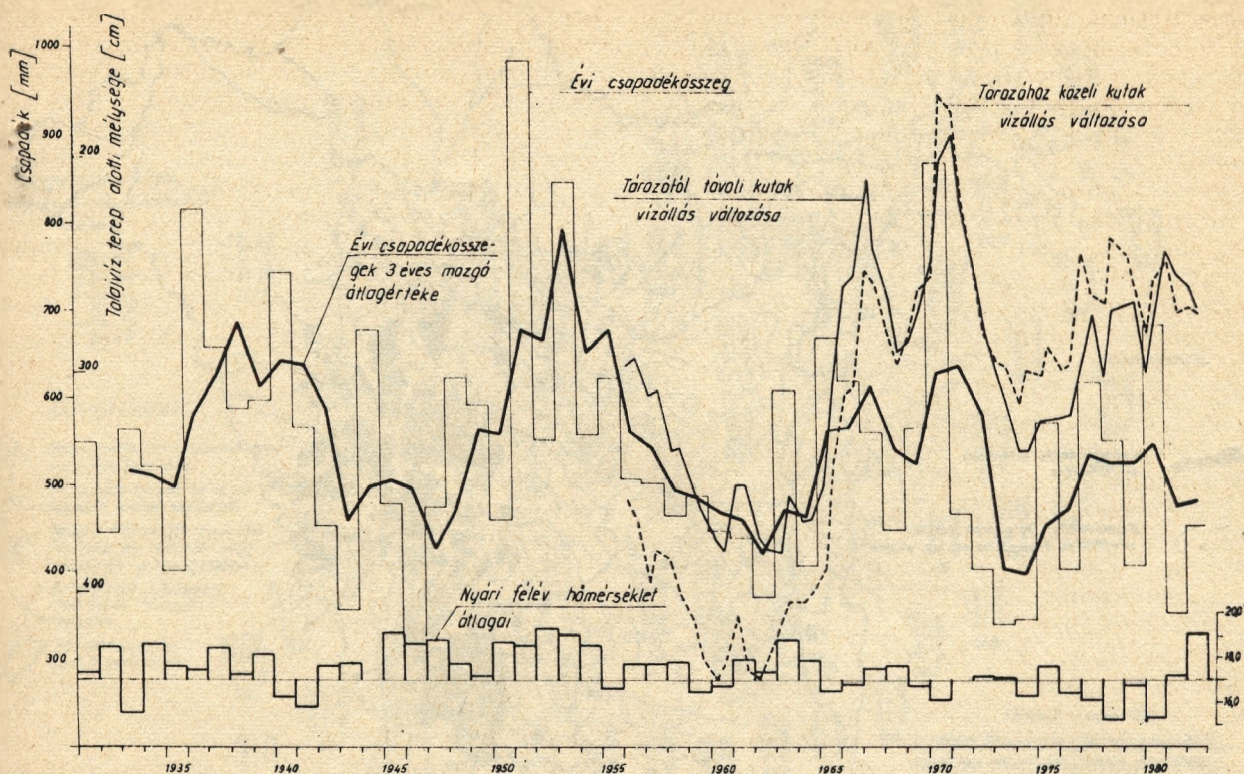
Az ábrákat tanulmányozva megállapíthatjuk, az 1931. és 1982. évek közötti mozgó átlagok értékeléséből az a következtetés vonható le, hogy a csapadékok talajvíznövelő hatásukat az alábbi intervallumokban okozhatták: 1940—1944, 1953—1957, 1965—1970 és 1978—1979. A mozgó átlagok maximumai 13 év \pm 2 éves periódust látszanak mutatni a vizsgált időszakban. A csapadék- és a talajvízállás-idősorokat együttesen vizsgálva megállapíthatjuk:

— Minden csapadékatlagérték-maximumhoz elkülönülő magas talajvízállás tartozik. Jól látható ez az 5. ábrán, ahol feltüntettük két csoport kútvízállás-idősorainak átlagát is.

— Csupán a csapadékadatok alapján nem magyarázható, a már az előzőekben említett és az 1955. évektől bekövetkezet egyenletesebb talajvízjárás.

— Önmagukban a csapadékmaximumok nagysága nem szabja meg a talajvízállás nagyságát.

— Az 1970-es évektől kezdődően mintegy 9—11 éves időtartamban a nyári félévi középhőmérsékletek jelentős mértékben csökkentek, több mint 1 °C-kal. A csökkenő hőmérséklet vezérelte párolgáscsökkenés talajvízállás-emelkedés okozója volt, így az 1970-es években jelentkező, az előzőekhez képest viszonylag alacsonyabb csapadékösszegek talajvíznövelő hatását felerősítette a párolgás csökkenése (5. ábra).



5. sz. ábra. Tiszafüredi csapadék- és hőmérséklet-adatok, valamint a kiskörei tározó bal parti jellemző talajvízállásai

— Levonhatjuk azt a következtetést, hogy természetes hatásokra akkor jelentkeznek talajvízállás-csúcsok, ha az alacsony nyári hőmérséklet és a magasabb csapadékösszeg hatásai összegeződnek.

2.2 A Nagyalföld talajvízháztartásának értékelése

A talajvízszint-változás kedvező, vagy kedvezőtlen voltának megítélése szempontjából fontos megállapítani, hogy a talajvíz szabadfelszínű-e, vagy nyomás alatti. Sokszor hangsúlyoztuk, hogy nyomás alatti talajvízszint esetében, elsősorban a növényzet szempontjából, a gyökérzóna mélységében a fedőréteg nedvességtartalma még optimális is lehet, holott a talajvíz nyomásszintje esetleg már a gyökérzóna felett a felszín közelébe ér. A talajvízállás-változás okainak vizsgálatakor meg kell gondolnunk, hogy pl. egy 10 mm-es, a talajvizet elérő beszivárgás olyan szabadfelszínű talajvíztartó réteg esetében, amelynek szabad hézagterfoglata 20%-os, csak 5 cm-es talajvízállás-emelkedést okoz, míg ugyanez nyomás alatti esetben már 1 méteres, vagy ennél nagyobb növekedés okozója lehet.

A nyomás alatti területek azok, ahol nagyjából a legnagyobb talajvízállás-emelkedés területei mutathatók ki.

A talajvízháztartás tényezőinek meghatározásához különválasztottuk a nyomás alatti és szabadfelszínű talajvizes területeinket (6. ábra), és megbecsültük a talajvíz és a rétegvizek kapcsolatát is (7. ábra). Kútsoportos vízháztartási módszer segítségével a Nagyalföld 57 terület-

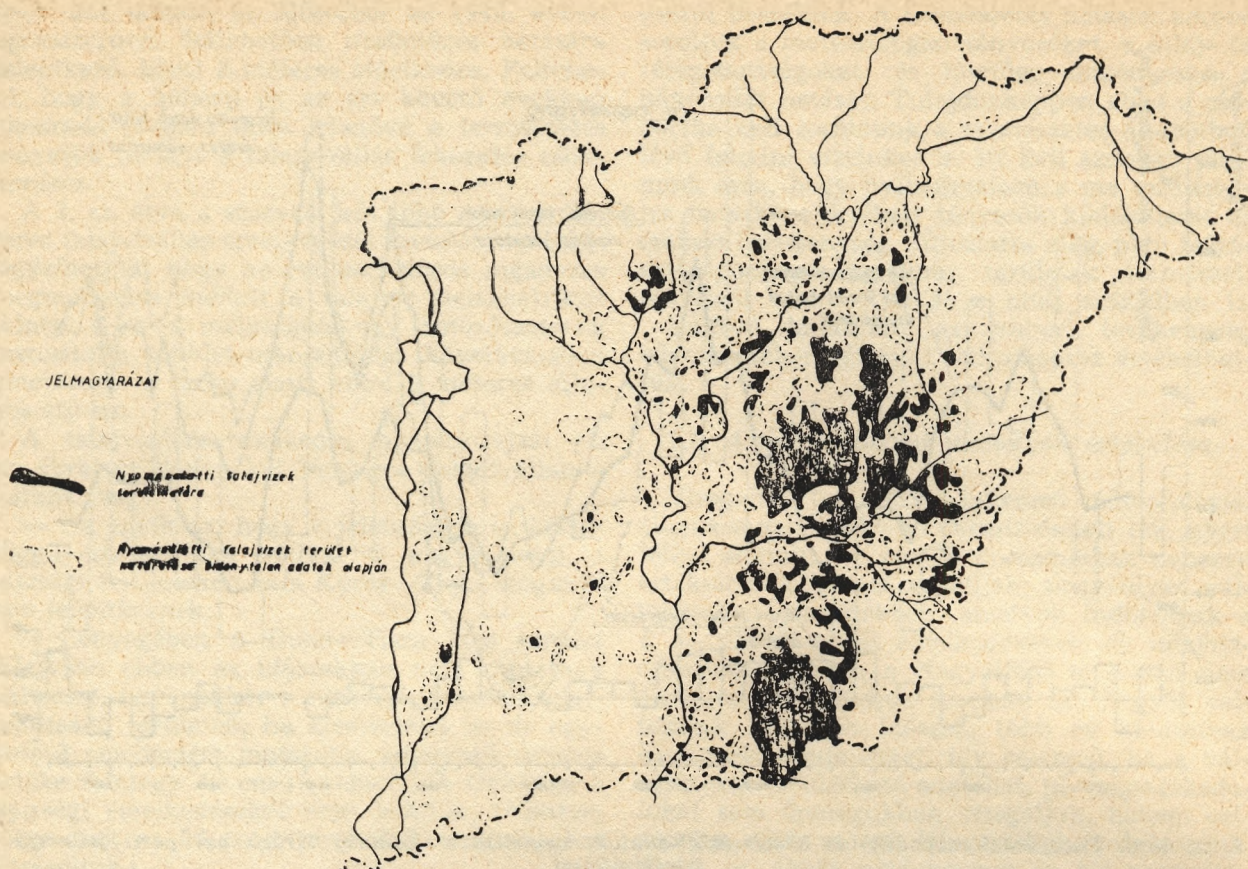
egységére meghatároztuk a talajvízháztartás nyolc paraméterét. A 8. sz. ábrán a teljesség kedvéért közöljük a vízháztartási terület egységek foltjaiban feltüntetett talajvízháztartási paramétereket.

Összefoglalva, becslésünk szerint a Nagyalföldet átlagosan az alábbi vízháztartási paraméterek jellemzik:

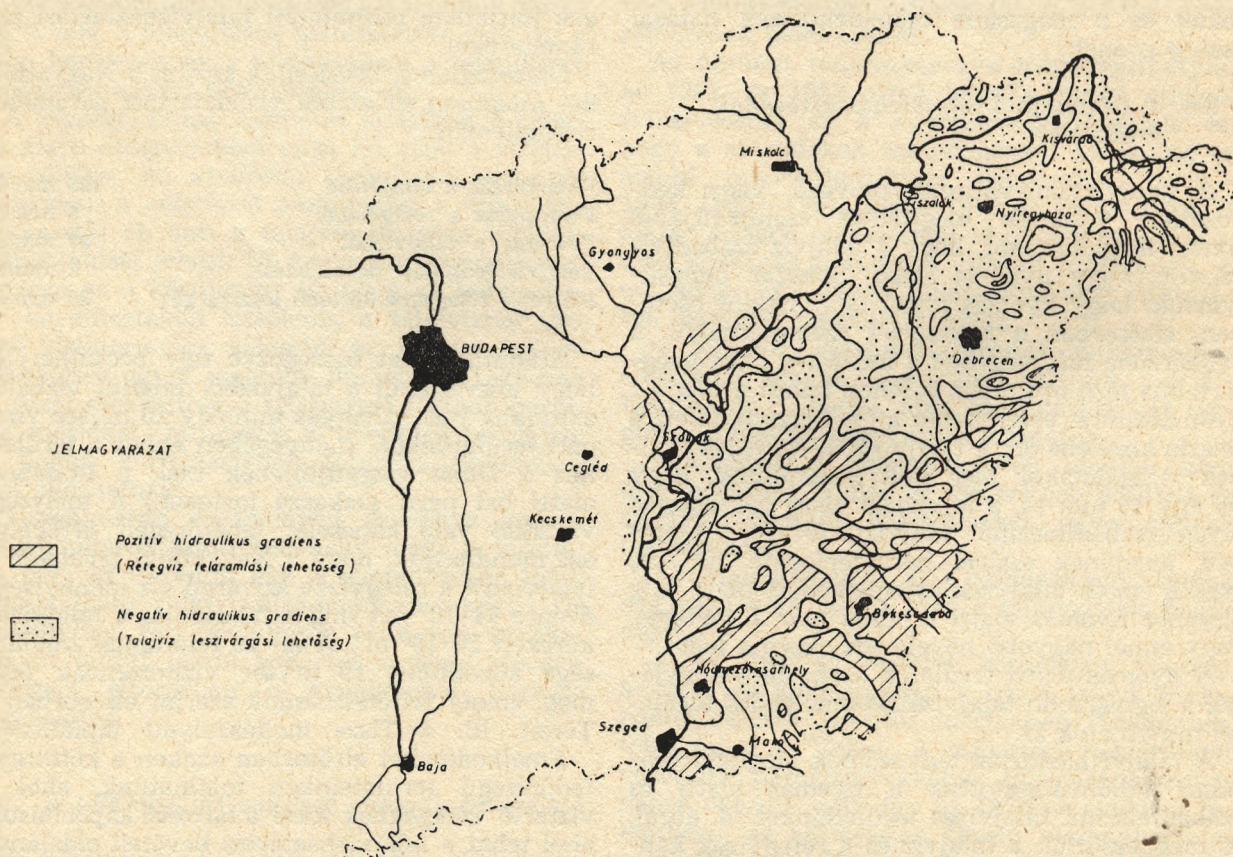
Beszivárgás a talajvízbe	106 mm/év
Feláramlás a rétegvízből	5 mm/év
Párolgás a talajvízből	87 mm/év
Talajvíztározódás (emelkedés)	2 mm/év
Mélyebb rétegekbe történő leszivárgás	20 mm/év

Számításainkat összegezve úgy becsülhetjük, hogy közvetlenül a talajvízből felszíni vízhálózatunkba jutó szivárgás mintegy 20 m³/sec vizsgált területünkön. (Lényegében ehhez a területhez a Duna vízgyűjtőjének csak a Budapest alatti bal parti szakasza tartozik.) A mélységi vizekkel való kapcsolat lehetőségeit értékelve azt mondhatjuk, hogy a Nagyalföld területén a talajvízből a rétegvízbe szivárgó víz mennyisége évente 84·10⁷ m³, míg a feláramlás a talajvízbe kerekén 24·10⁷ m³. A le- és feláramlás különbsége közelítőleg 19 m³/sec vízhozamnak felel meg, amely feltételezésünk szerint elsősorban a Tiszát, ill. a Tisza mellékfolyóit táplálhatja.

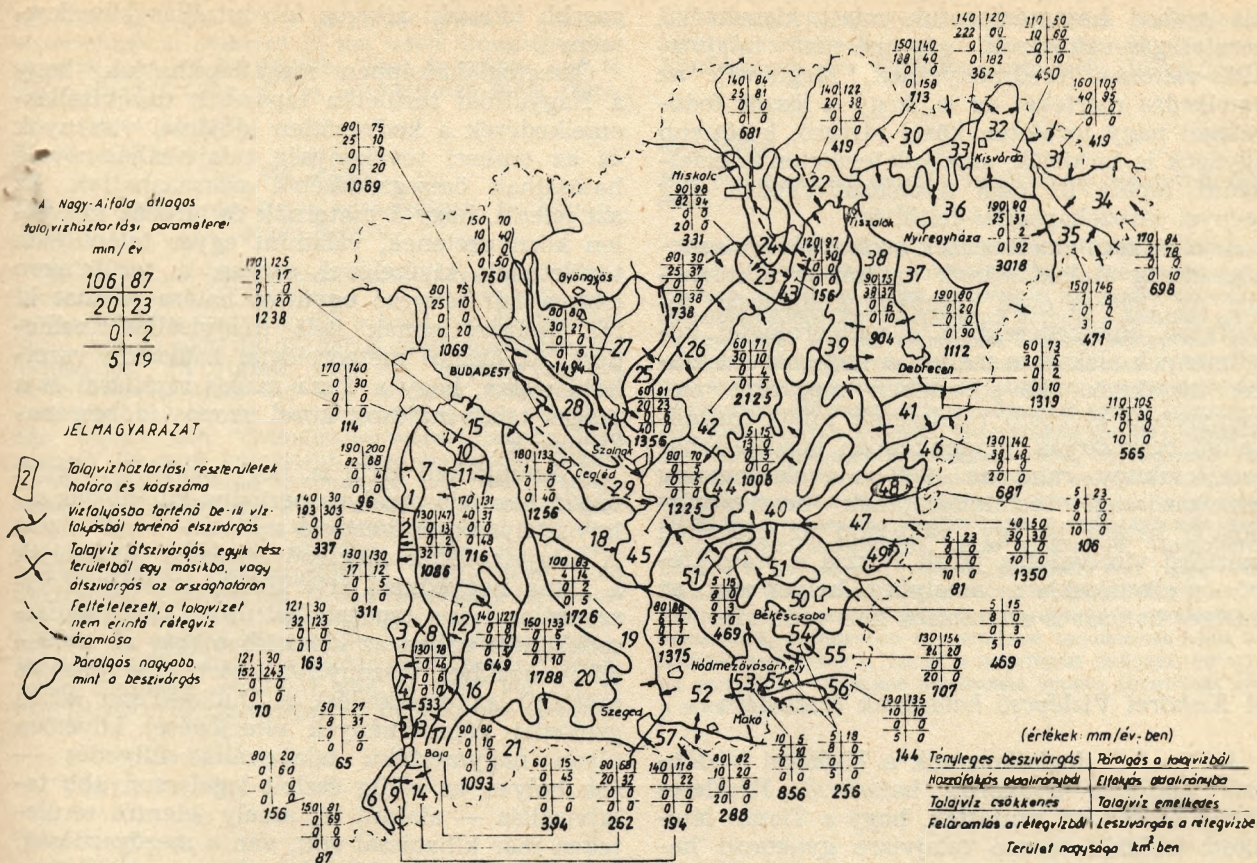
Emelkedéseket elsősorban azokon a kötöttebb fedőréteggű területeinken találhatunk, ahol a víztartó rétegeknek kicsi a tározási kapacitásuk, ahol tehát a talajvízháztartás bevételi oldalának kismértékű növekedése már nagymértékű nyomásszint-emelkedésben jelentkezik.



6. sz. ábra. Nyomás alatti talajvizek területének lehatárolása a Nagyalföldön. Készült a MÁFI Az Alföld Földtani Atlasza c., dr. Rónai András szerkesztésében megjelent és kéziratban lévő 18 kiadvány felhasználásával



7. sz. ábra: A talajvíz és a rétegvíz potenciális kapcsolata a Tiszántúlon



8. sz. ábra. A Nagyföld talajvízháztartása

A szikesedéssel kapcsolatban vizsgálataink rávilágítanak arra, hogy a másodlagos szikesedés szempontjából elsősorban veszélyeztetett területeink azok, ahol a talajvízháztartás bevételi odala nem a fedőrétegen keresztül történő beszivárgásból származik elsősorban, hanem ebben az utánpótlódásban számottevő szerepe van egyéb tényezőknek, így az oldalirányból (csatornákból, tározóból, folyóból) érkező vízmennyiségnek is, amely azt eredményezi, hogy ezeken a területeken a talajvízből történő párolgás nagyobb mértékű a fedőrétegen keresztüli beszivárgásánál.

3. A talajvízállás-változás értékelése

Ahogy már az előzőekben vázoltuk, a magas talajvízállások az 1940–44., 1953–57., 1965–70., 1978–79. évközökhöz tartoznak. Számításaink azt mutatják, hogy pusztán az időjárás változékonyságából a meghatározott talajvízállás-emelkedések nem magyarázhatók. Arra a következtetésre kell jutnunk, hogy az emberi tevékenység hatása megnövelte egyes területeken talajvízeink szintjét, amelyek így akkor érnek el kedvezőtlenül magas értéket, amikor a meteorológiai hatások következtében az emberi tevékenység és a természetes tényezők emelkedést okozó hatásai szuperponálódnak.

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a legnagyobb talajvízállás-emelkedéseket mutató Nagykunságban a természetes okokra visszavezethető

talajvízállás-emelkedések nagyságrendje 50–100 cm, míg az ezen felüli változásokat, mint az emberi tevékenység hatását értékelhetjük.

Az emberi tevékenység hatására előállt talajvízállás-emelkedések értékelése néhány jelentősebb tájegységünkön

Nagykunsági és jászági terület

Kisebb süllyedést mutató területek kivételével, ezen a területen talajvízállás-emelkedést tapasztaltunk. Megállapításunk szerint ezek az emelkedések, elsősorban a csatornák és tározók által befolyásolt helyeken a 4 méteres nagyságot is meghaladhatják.

Korábbi vizsgálatainkra hivatkozva azt kell megállapítani, hogy az e térségben mutató és hosszú évek óta jelentkező emelkedések mértékéhez a terület fedőrétegeinek talajfizikai adottságai is hozzájárulnak. Tudjuk, hogy a talajvíz átlagos mélységének egyik fő szabályozója a fedőréteg kapilláris tulajdonsága. Ennek a következménye az, hogy löszös fedőréteggű sík területen, a nagy kapilláris emelőmagasság miatt természetes állapotban a talajvíz nagy mélységben helyezkedik el. Így ezt tapasztalhatjuk a nagykunsági infúziós löszöknél, a hajdúsági löszháton, a Nyírség tiszai pereme homokos lösztalajainál stb. Ezek a talajok a kötött, agyagos fedőrétegekkel szemben lehetővé teszik a viszonylag gyors beszivárgást, azonban

kis szabad hézagterfogatuk miatt kismértékű beszivárgás-változások, nagymértékű talajvízállás-változást eredményeznek. Megnöveli az emelkedés mértékét az is, hogy a löszös fedőréteget nagy területen közel vízzáró, kötöttebb agyagok is tartják, amelyek területén az emelkedés, amely itt csak nyomásnövekedés, alig igényel tározókapacitás-feltöltést.

A jelentkező emelkedések az öntözés és a mezőgazdaság átalakításának hatását is tükröztetik. Az 1950-es évek közepétől általánosan jelentkező emelkedésekben a meteorológiai körülmények alakulása mellett a nagyméretű táblák kialakítása következtében megszűnt alacsonyrendű elvezető rendszerek miatt megnövekvő beszivárgás mindenképpen közrejátszott, csakúgy, mint az 1960-as évek intenzív mezőgazdasági technológiájának beszivárgás-növelő hatása is. Így, valószínű az elégtelen mértékű vízelvezetés járult hozzá a számottevő emelkedésekhez, amelyhez helyenként az öntözés hatását is számításba kell vennünk.

A Kiskörei Vízlepcső hatásának értékelése

Külön kell foglalkoznunk a Kiskörei Vízlepcső talajvízre gyakorolt hatásával. Részletes vizsgálataink azt mutatták, hogy a Tiszán létesített kiskörei tározó talajvízre gyakorolt hatástávolsága 1500—2500 m között változik. Azt is ki kell emelni, hogy a tározó környezetében, a tározó üzembe lépése előtt is előállt számottevő talajvízállás-emelkedés, így megalapozatlannak azok a vélemények, amelyek a tisztántúli emelkedéseket ma a kiskörei tározó létesítésével hozzák kapcsolatba.

Körös—Tisza szöglet, Dél-Tisza-völgy

Lényegében a Körös—Tisza szöglet területéről, ill. az itt tapasztalt talajvízállás-emelkedésekről is az mondható el, mint a nagykunságról.

Érdekes módon a Dél-Tisza völgyében, a Tisza, és kis szakaszon a Maros melletti terület-sávokon is jelentkezik emelkedés. Tudjuk, hogy a folyók melletti területeken az átlagos talajvízállás a folyók középvízeihez igazodik. Az alábbiakban nézzük meg a szegedi vízmérce évi középvízállásait a két kiválasztott időszakban.

1956	194 cm	1966	318 cm
		1967	204 cm
1957	164 cm	1968	170 cm
		1969	175 cm
1958	210 cm	1970	419 cm
		1971	697 cm
1959	63 cm	1972	593 cm
		1973	59 cm
1960	206 cm	1974	306 cm
		1975	246 cm
átlag	167 cm	átlag	318 cm

Megítélésünk szerint a 4. sz. ábrán kimutatott kisebb emelkedés a közel 150 cm-rel ma-

gasabb időszak átlagos folyóvízállás következménye.

Összefoglalásképpen megállapíthatjuk, hogy a Nagyalföld területén tapasztalt talajvízállás-emelkedések a kedvezőtlen időjárási viszonyok és az emberi tevékenység talajvízállás-növelő hatásainak összegződéséből származhattak. Ez azt jelenti, hogy a csatornák és tározók közvetlen környezetének, valamint egyes települések területének kivételével ezeken a területeken csak a két tényező együttes hatása válhat ki ma kedvezőtlennek ítélt talajvízállás-emelkedést. Az azonos meteorológiai hatásokra vezethető vissza, hogy a Tisza magas vízállásai és a magas talajvízállások közel azonos időben alakulnak ki.

Szólnunk kell arról is, hogy az 1970-es évek végén kezdődő aszályos periódus különleges talajvízhelyzetet idézett elő a Duna—Tisza közén. A talajvízadatok meglepő hűséggel kirajzolják a Duna negyedkori árterületét, és amíg a Tiszántúlon is tapasztalhattunk talajvízállás-csökkenést ebben az időszakban (bár az 1956—60-as évekhez viszonyítva azért még jelentős mértékű az emelkedés), a Duna—Tisza közén geológiai képződmények elterjedését követően olyan nagymértékű talajvízállás-süllyedés — sok helyen az eddig észlelt legalacsonyabb talajvízállás — alakult ki, amely jelentős területeken már kihatással volt, van a mezőgazdasági termelésre is. A süllyedésnek ez a területe a Duna-völgyi főcsatorna és a Tisza között az a terület, amely alatt a Budapest—Csongrád—Szeged irányban szétterülő régi kavicsos, durva üledékek helyezkednek el.

E jelenség eredetének, okának vizsgálatát jelenleg végezzük.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Major Pál: Estimating areal water balance elements using data from a network of representative hydrological stations. Proceedings of the Helsinki Symposium, IAHS Publ. 1980.
- Major Pál: A Nagyalföld talajvízháztartása és értékelése a mezőgazdaság szempontjából. Magyar Hidrológiai Társaság III. vándorgyűlése, Debrecen, 1982.
- Major Pál—Vargay Zoltán: A talajvíz alakulása a kiskörei tározó térségében. Vízügyi Közlemények, 1983/4.

Pál Major

History of the phreatic groundwater table in the Hungarian Basin

The knowledge of the position of the groundwater table and its variation is important in the first place in Hungary's lowland areas for both the water management and the associated activities. The history of variation of the groundwater table in the Great Hungarian Plain is expounded and the results of the processing of the record of existing groundwater observation wells are reported. The conclusion is drawn that the rises in the phreatic groundwater table observed in recent years are due to natural and Man-provoked causes and that the coincidence of natural and artificial factors may result in unfavourable rises in the groundwater table. The groundwater budget parameters of the 57 subareas of the Great Hungarian Plain are presented and

reference is made to the particular phreatic ground-water situation observed in the latest droughty years in some parts of the Danube-Tisza Interfluvium and to the marked decline of the groundwater table there.

Pál Major

Die Veränderung des Grundwasserspiegels im Ungarischen Becken

Die Kenntnis des Grundwasserstandes und seiner Veränderungen ist vor allem in den Flachlandgebieten Ungarns sehr wichtig, sowohl für die Wasserwirtschaft, als auch für die damit zusammenhängenden Tätigkeiten. Im Aufsatz wird die Veränderung des Grundwasserspiegels auf der Grossen Ungarischen Tiefebene auf Grund der Bearbeitung der Angaben der bestehenden Grundwasserbeobachtungsbrunnen erörtert. Es wird festgestellt, dass die in den letzten Jahren beobachtbaren Erhöhungen des Grundwasserspiegels auf natürliche und durch die Menschentätigkeit bedingte Ursachen zurückführbar sind und dass der Zusammenfall der für den Anstieg des Grundwasserspiegels verantwortlichen natürlichen und künstlichen Faktoren zu Grundwasserspiegelerhöhungen führen kann, die als ungünstig beurteilt werden können. Es werden die Grundwasserhaushaltsparameter der auf 57 Teilgebiete gegliederten Grossen Ungarischen Tiefebene angeführt und es wird auf die in den letzten Trockenheitsjahren in manchen Gebieten

des Donau-Theiss—Zwischenstromlandes wahrgenommene Grundwassersituation, d.h. die sehr beträchtliche Absenkungen des Grundwasserspiegels, hingewiesen.

Пал Майор

История изменений уровня грунтовых вод Венгерского бассейна

Знание уровня грунтовых вод и его колебаний важно прежде всего в равнинных областях страны для организаций водного хозяйства и для различных видов деятельности, связанных с ним. Рассматривается история изменения уровня грунтовых вод на территории Большой Венгерской низменности и приводятся результаты обработки данных существующих пьезометрических скважин, предназначенных для ведения наблюдений за колебаниями уровня грунтовых вод. Автор статьи отмечает, что подъемы уровня грунтовых вод, наблюдавшиеся в последние годы, обусловлены как естественными, так и антропогенными причинами, причем неблагоприятные подъемы уровня грунтовых вод могут быть вызваны совпадением естественных и искусственных факторов, обуславливающих такие изменения. Приводятся данные о параметрах режима грунтовых вод территории Большой Венгерской низменности, подразделенной на 57 районов и указывается на особую обстановку в режиме грунтовых вод, возникшую в последние засушливые годы на междуречье Дуная и Тиссы в некоторых районах, то есть на весьма значительное понижение уровня грунтовых вод в этих районах.

Magyar igazgató a Kutatásfejlesztési Felügyelőségben

A FA Földtani Tudományok Nemzetközi Uniója (IUGS) 1986 októberében megbízta dr. Dank Viktort, a Központi Földtani Hivatal elnökét a Kutatásfejlesztési Felügyelőség igazgatói teendőinek ellátásával.

A felügyelőség feladatai igen komolyak és fontosak: stimulálni, bátorítani és elősegíteni a nemzetközi kutatási programokat a földtudományok terén.

A felügyelőség tanácsára az IUGS tőkésít és igazgat több regionális és globális programot az egész világon, pl. 1986 évben IUGS-műhelyt

hívott össze kőolajforrások felbecslésére, hogy a szakemberek elsajátítsák a legfejlettebb módszereket és elemző technikát.

A felügyelőség dönt tervjavaslatok, új tervkezdeményezések értékelése céljából, közreműködik a tőke növelésekben és ha szükséges, tanácsot ad az IUGS Végrehajtó Bizottságának a hosszúlejáratú tudományos irányzatokról és erőfeszítésekről, melyeket az IUGS-nak vállalnia kell.

A megbízást W. W. Hutchison, az ABRD elnöke 1986. október hónapban írta alá.

Hírek

Néhány európai ország fúrási teljesítménye 1984—1985-ben

	E méter	
	1984	1985
Nagy-Britannia	997	863
Franciaország	231	439
Olaszország	316	335
Hollandia	333	333
NSZK	265	247
Norvégia	269	321
Ausztria	131	137

Wordl Oil, 1986. aug.

Az USA fúróberendezésállományának megoszlása mélységkapacitás szerint 1982—1985-ben

	Egység			
	1982	1983	1984	1985
1520 m-ig	821	746	571	529
1530—2740 m	1285	1233	1077	1084
3000—3660 m	1104	993	933	894
3960—4570 m	717	662	591	570
4800—m	1717	1639	1408	1332

Az üzemben tartott berendezések száma	3225	2539	3090	2625
Berendezések a szárazföldi fúrásokhoz	5139	4632	4102	3940

B. Inosztr. Komm. Inf.,
1986. 140 sz.

OPEC-prognózis

Tíz év óta a legmeredekebben, közel 6%-kal nőtt a múlt évben a világ olajtermelése. Az OPEC 16%-kal többet, 950 millió tonnát, a többi tőkésország lényegében változatlanul 1,21 milliárd tonnát, a szocialista országok 3%-kal többet, 763 millió tonnát hoztak felszínre. Az összesített napi átlagos termelés 56,8 millió barrelről 60 millióra nőtt. A fejlett tőkésországokat tömörítő OECD-tagok fogyasztása csupán 3%-kal emelkedett. A szovjet kitermelés 613 millió tonnára nőtt (+3%), az USA-é 2,3%-kal 480 millióra csökkent, Szaúd-Arábiáé 56,5%-kal (!) 248 millióra ugrott, Mexikóé 7,2%-kal 140 millióra esett vissza, Kínáé 3,8%-kal 130 millió tonnára, Angliáé 0,8%-kal 128,5 millió tonnára emelkedett.

Energia 1987.

Olajbányász-emlékmű Nagykanizsán

Mindig érték és a magyar műszaki fejlődés, alkotás szimbóluma egy-egy, a bányászattal kapcsolatos emlékmű. Létrehozásában a hagyományok megőrzésén túl korunk felelőssége is tükröződik, hiszen a kitermelt energiahordozók mindennapi életünk fenntartásának fontos elemei. E cél vezeti az olajbányászatot akkor, amikor — immár a hároméves előkészület és az egyre közvetlenebb segítés szándékával — foglalkozik a Nagykanizsán felállítandó olajbányász-emlékművel.

A 7-es út melletti hely kijelölése szerencsés megoldás: dombhajlatba tervezett, a Föld rétegsorait jelképező kőtömbök a kukoricaföldön olajat, gázt feltáró ember és eszköze olyan egységben jelenik meg a szobrászművész alkotó keze nyomán, ami méltó megemlékezés lesz az olajbányászat ötven évének. A szobor és emlékműegyüttes alkotója a neves szobrász, Rétfalvi Sándor, aki nem egyszer tanúságát adta annak, hogy örökítheti át a ma emberét, technikáját reális szimbólumaival a jövőnek. Rétfalvi Sándor az emlékmű gipszmakettjén dolgozik, hogy a mű 1987 bányásznappján már köszönthesse a dunántúli — és ezen keresztül az ország — olajbányászait.

K. B.

Könyvismertetés

Dr. Baranyai Árpád:
Szoftverszerződések

A számítástechnika térhódításával világszerte — így hazánkban is — rohamosan növekszik az alkalmazói programtermékek iránti igény. Bár a magyar szoftverforgalom értéke közel 1 milliárd forintra becsülhető, hatályos jogunkból mind ez idáig hiányzik a létrehozás, forgalmazás és felhasználás speciális szabályozása. A szerző ezt a hiányt igyekszik pótolni, amikor összegyűjti a „szoftverszerződés” gyűjtőfogalom alá sorolható jogügyleteknél alkalmazott polgári jogi rendelkezéseket.

A mű kettős célt szolgál. Egyrészt feltárja a kérdéskör jogi hátterét, másrészt hasznos, gyakorlati segítséget nyújt a szerződések létrehozásához.

A kötet áttekinti a közvetlen és az áttételesen alkalmazható jogforrásokat, bemutatja a szoftverszerződéseknek a hatályos kötelmi jog keretei közé lehetséges elhelyezését, elemzi a kapcsolódó problémákat. Kitér a felelősségi és szankciórendszer kifejtésére, a szerzői jogi kérdések megvilágítására és a vonatkozó pénzügyi, számviteli stb. előírások ismertetésére. A korrekt szerződések létrehozását, a celszerű felépítést, a szükséges és kívánatos tartalmat elősegítő leírás mellett a gyakorlatban rendkívül jól hasznosítható konkrét szerződésminták közreadásával is segíti.

K. L.

Talajvízfeltörések a Dél-Alföldön

A magyar Alföld déli részén (az országhatáron belül) érdekes, ritkán előforduló jelenség a talajvízfeltörés. Századunkban legemlékezetesebb előfordulása 1940–42-ben volt. A talajvízfeltörés zónái: a Duna–Tisza közti hátság keleti lejtője és a Maros hordalékkúpja.

A talajvízfeltöréseket sajátos földtani és domborzati adottságok között az időjárás szélsőséges alakulása idézi elő. A vízfeltörési zónákban a jó vízvezetőképességű, domborzatilag kiemelkedő fedőrétegek vannak túlsúlyban. Ezeken keresztül a csapadék könnyen lejut a talajvízig, melynek szintje a sorozatosan nedves években előálló csapadéktöbblet és párolgási hiány következtében annyira megemelkedhet, hogy egy döntő lökés (esőkkal kísért hirtelen hóolvadás) hatására a mélyebb területeken, főként az elhagyott folyómedrek helyén, a felszínre tör.

A Dél-Alföldön sajátos, érdekes jelenség a talajvízfeltörés, vagyis a talajvíz szintjének időnként a térszín fölé emelkedése. A nép erre azt mondja, hogy „megjelent a föld árja”. Szeged környékén a „vadvíz” elnevezést is használják, de „belvízfeltörés”-ről is szoktak beszélni. Tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy a Dél-Alföldön *mikor és hol* fordultak elő talajvíz-feltörések, s ezeknek *mi a magyarázata?*

1. A talajvízfeltörések előfordulása

A korabeli följegyzések és Szeged mérnökeinek, Vedres Istvánnak későbbi leírása arról adnak hírt, hogy az 1816. évi nagy Tisza-völgyi árvízzel egyidőben Szeged környékén a talajvíz a laposabb helyeken fölfakadt, sok kútból kiömlött a víz, az országutak, a puszták, sőt néhol a szőlők és a szántóföldek is víz alatt voltak, némely település vízben állott. A föld árja szinte annyit rontott (pusztított), mint a felső vizek, azaz a folyók árvize [6].

Az 1870-es és 80-as években, de legfőképp 1881-ben, a Szeged környéki vadvizek — a vízzel teljesen telítődött fennsíkai homoktalajokból kibuggyanva — a Duna–Tisza közti hátság keleti lejtőjéről nagy tömegben zúdultak a város felé, s elöntötték az árteret [3, 4, 5].

Századunkban először az 1916–17. és az 1919–20. esztendőkből tapasztaltak először hasonló, de a korábbinál kevesebb bajt okozó jelenséget [1, 4, 7].

A legemlékezetesebb, a mezőgazdasági területeken, a településeken és a közlekedési hálózatban nagy kárt okozó talajvízfeltörések 1940–42-ben voltak. Ekkor szintén a Duna–Tisza közti hátság keleti lejtőjén (Kecskeméttől és Kiskunhalastól Szegedig), valamint a Körös–Tisza–Maros közén (az országhatártól kb. Gádoros–Székkutas vonaláig) törték föl talajvizek [1, 2, 5, 7, 9, 19]. Ezekben az években

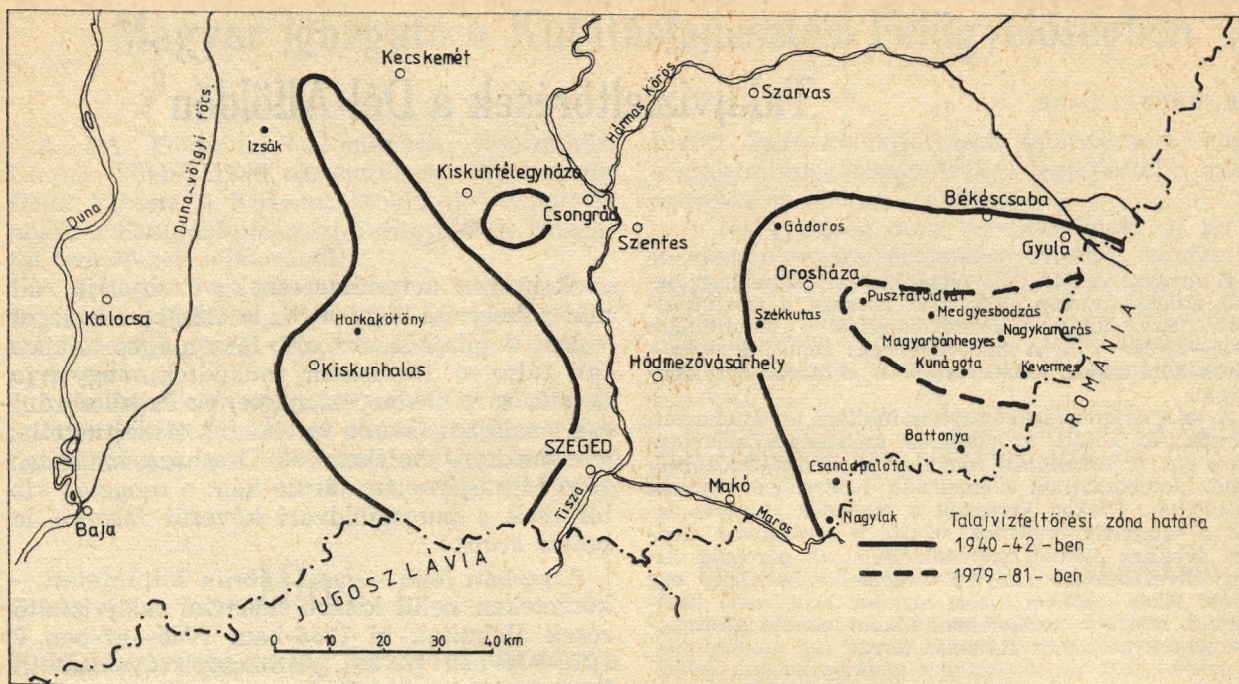
„sok helyen a rendszeresnek fordítottja állt elő: a helyett, hogy a víz a talajba szivárgott volna, a talajból tört elő. Közöséges talajkutat túlfolyó forrásként működtek, nagyterjedelmű, zárt medencék megteltek és túlsordultak a talajból fakadó víztől” [2]. (Felejtethetetlen gyermekkori emlékem az Orosháza határában 1942 télutóján elem táruló kép: a rengeteg víztől csak a pusztaföldvári kövesút fasorait lehetett látni).

A szóban lévő — az 1. ábrán föltüntetett — körzeteken belül kisebb mértékű talajvízfeltörések alakultak ki 1956-ban, 1966–67-ben és 1970–71-ben [7, 13]. A fölsorolt években inkább a hóolvadásból és esőzésből közvetlenül keletkező belvizek domináltak. Viszont 1979-ben és 1981-ben a Maros hordalékkúpjának főként a Kevermes–Nagykamarás–Magyarbáns-hegyes–Medgyesbodzás közötti részén az 1942. évre emlékeztető talajvízfeltöréseknek lehetünk tanúi [13, 14]. Szórványos vízfeltörések voltak még Békéscsaba nyugati határában és Csanádpalota–Nagylak térségében (1. ábra).

Megjegyzendő, hogy a talajvízfeltörésből, illetve a hóolvadásból-esőzésből közvetlenül származó felszíni vízborításokat nehéz megkülönböztetni, mert kölcsönösen *ok-okozati* összefüggésben vannak, azaz a talaj alulról, a talajvízből történő telítődése elősegíti a belvízképződést, a talajba felülről beszivárgó belvizek pedig a talajvízszint megemelkedését idézik elő, ami — bizonyos esetekben — vízfeltöréshez vezet. Ezért a talajvízfeltörés és a belvízkeletkezés kérdéskörét is összefüggéseikben kell vizsgálni.

2. A talajvízfeltörések magyarázata

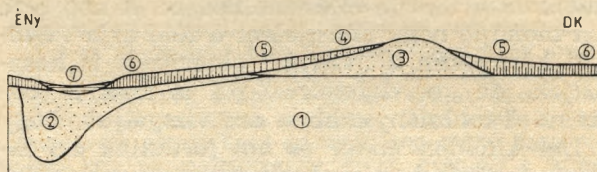
Arra a kérdésre, hogy a talajvizek *miért a fent említett térségekben* törték föl, a földtani és a domborzati adottságok elemzésével adhatunk választ. A földtani térképekről megállapítható, hogy a *talajvízfeltörési zónákban — s jóformán csak ott — a laza szerkezetű, jó vízvezetőképességű felszíni-felszínközeli képződmények vannak túlsúlyban*, amelyekbe a helyi csapadék akadálytalanul be tud szivárogni és — ha a talajvíznívó elég magasban van — közvetlenül táplálni tudja a talajvizet. További lényeges körülmény, hogy ezek a *vízátteresztő-vízbefogadó képződmények a meglehetősen „nyugtalan” domborzat magasabb fekvésű, kiemelkedő részein vannak*, így az itt bejutó és fölhalmozódó víz az alacsonyabb fekvésű területek felé tud szivárogni. Ezt a szivárgást az is elősegíti, hogy nemcsak a felszí-



1. sz. ábra. Talajvízfeltörési zónák a Dél-Alföldön

ni-felszínközeli képződmények, de alattuk — pásztás kifejlődésben (az egykori folyómedrekben) — a mélyebb rétegek is jó vízvezetőképességűek. A Dunának, illetve a Marosnak a hordalékkúp magas hátain fölhagyott folyómedrei és fattyúágai a folyók mai, mélyen begyazott medrével nincsenek kapcsolatban, de vízvezető szerepük nem szűnt meg; a lehullott csapadékvíz ezek gyűjtik össze és vezetik a mélyebb területek felé [18]. A vízvezető rétegek a peremvidékek felől az Alföld belseje felé haladva egyre finomodnak [11, 16], ellenállásuk megnő, esésük csökken, több helyen kiékelődnek, ezáltal leszűkítik, illetve eltorlaszolják a víz útját, mely — megfelelő nyomásvizonyok és kellő utánpótlás esetén — a felszínen folytatódik.

A lejtők hosszirányában megnyilvánuló, a hidraulikai paraméterek [8] alapján rendkívül lassúra becsülhető vízmozgás mellett talán nagyobb jelentősége van a keresztirányú vízmozgásoknak, melyek révén — a sokkal rövidebb út és a nagyobb esés miatt — a talajvízfeltörések hamarabb kialakulhatnak. A Maros hordalékkúpján az elhagyott vízfolyásokat nagy kiterjedésben kísérő partidünék (2. ábra), ha felülről vízzel megteltek, a talajvízfeltörések és a vízelborítások előidézőivé válnak. Egyrészt a talajvíz szintje a hajlatok (mély vonulatok) felszínéig megemelkedhet és azokba kicsordul, másrészt — mivel a partidünék a telítődés folytán szinte vízzáróvá válnak — a csapadékot a felszíni mélyedésekbe vezetik [18]. E vízzel telt mélyedések folyómeder-jellege jól kitűnik az 1979. évi talajvízfeltöréseket ábrázoló térképen (3. ábra). A helyi csapadék közvetlen talajvíztápláló hatását a vízminőségi vizsgálatok is alátámasztják: a Maros hordalékkúpján a legkisebb sótartalmú talajvizek éppen a vízfeltörési zónában vannak [14].



2. sz. ábra. Partidünés területek általános szelvénye [11] 1. Mederbevágódás előtti képződmények; 2. Folyóvízi homokkal kitöltött egykori meder; 3. A folyóvízi lerakódásból kifújott partidüne homok; 4. Lössös finomhomok; 5. Száraztérzíni lösz; 6. Nedvestérzíni (infúziós) lösz; 7. Holocén vízfolyás medre, részben humuszos agyaggal kitöltve

A talajvízfeltörés jelenségét többen nem a közvetlen helyi körülményekkel, hanem távolabbi okokkal magyarázzák. Pl. A Tisza-völgy déli részén megjelenő földárját a Dunán hosszabb ideig tartó nagy árhullámmal, amikor is néhány diluviális Duna-éren, mint szivárgón keresztül nyomódik a víz a Duna völgyéből a Tisza völgyébe [1]. Egyes elképzelések szerint az Alföldön a talajvíz földalatti folyamhoz hasonló, melynek időnként — általában északról délre húzódva — kivételes áradása folyik le, ami három évig is eltarthat, s tetőzése — akár csak a felszíni vizeken — időbelileg egymás után következik be [19]. Az ilyen szélsőséges feltételezések hidraulikai megfontolásokkal nem támaszthatók alá, de a konkrét talajvízeszlelések és megfigyelések [9, 16, 17], valamint az egész magyar medence hidrodinamikai modellje [8] arra hívják fel a figyelmet, hogy a talajvízfeltörések kialakulását a helyi adottságok mellett a nagyobb vízföldtani egységek nyomás- és áramlási viszonyai is befolyásolják.

A másik fő kérdés az, hogy miért éppen a felsorolt években tört a talajvíz a felszínre? Erre a Dél-Alföld szélsőséges időjárása ad ma-



3. sz. ábra. Az 1979. évi talajvízfeltörések a Maros hordalékkúpján. 1. Folyami homok; 2. lössös homok; 3. homokos lösz; 4. infúziós lösz; 5. agyagos lösz; 6. réti agyag; 7. szikes agyag

gyarázatot, elsősorban a csapadék és a talajvizet fogyasztó párolgás sokéves ingadozása. A meteorológiai adatok vizsgálata azt mutatja, hogy a talajvíz-feltöréseket megelőző időszakban sorozatosan nedves, az átlagnál csapadékosabb és — a hőmérséklet, valamint a napfénytartam alacsony értékei miatt — mérsékelt párolgással járó évek voltak. A csapadéktöbblet és a párolgási hiány következtében a talajvíz szintje — évszakos ingadozását többé-kevésbé megőrizve — egyre magasabbra került, a talajvízkészlet fölhalmozódott. Ilyen előkészítés után a talajvízfeltörésekhez vezető döntő lökést rendszerint egy koratavaszi esőzéssel párosuló gyors hóolvadás adta meg. Mivel az előkészítő időszakban a talajvízszint megközelítette a terepszintet, az olvadáskor a talajba beszivárgó csapadék nagy hányada le tudott jutni a talajvizig, amely végül is teljesen megtöltötte a felszín alatti tereket, és — ahol az előzőekben vázolt földtani és domborzati adottságok fönnálltak — kicsordult a felszínre.

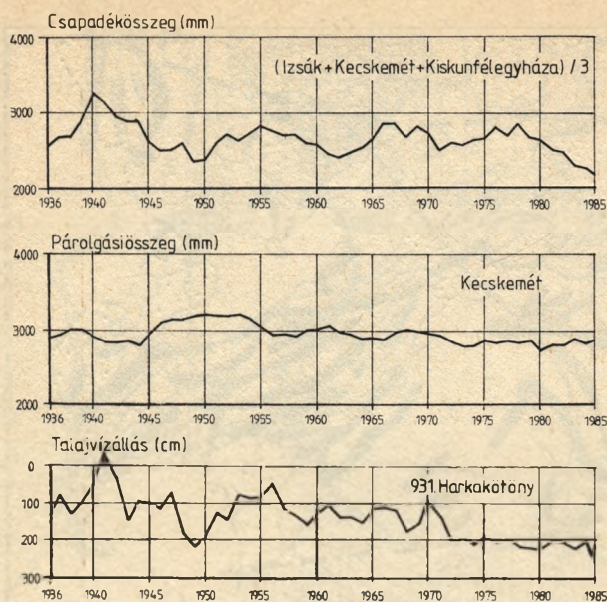
A csapadék és a párolgás változásának elmúlt ötven évi menetét a 4. és az 5. ábrán az ötéves összegek bemutatásával illusztráljuk. A csapadékösszegeket a Duna—Tisza közti hátság, illetve a Maros-hordalékkúp három-három állomásának adataiból átlagolással számítottuk, a párolgási értékeket a kecskeméti, illetve a békéscsabai évi közepes léghőmérsékletből és évi napfénytartamból, tehát közvetett úton hatá-

roztuk meg [15]. Az ábrákon — példaképpen a 931. sz. harkakötönyi, illetve a 483. sz. kunágotai észlelőkút adatait feldolgozva — feltűntettük az évi legmagasabb talajvízállás változását is.

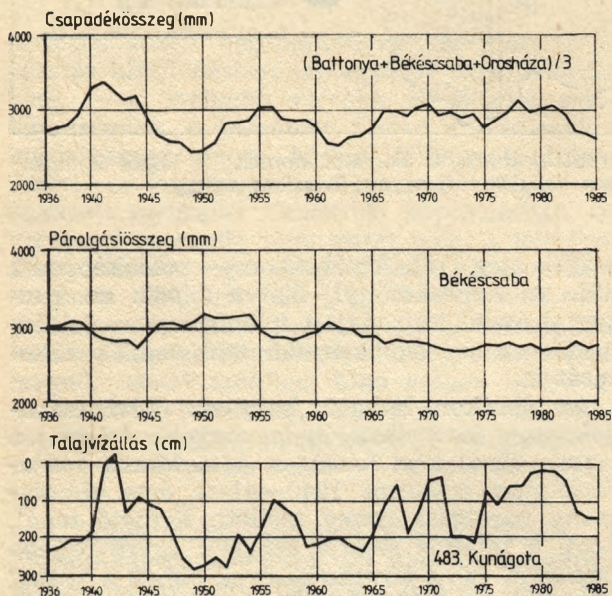
Az ábrákon látható, hogy az ötévi csapadékösszeg kiemelkedően legnagyobb értékeit a Duna—Tisza közti hátságon és a Maros hordalékkúpján egyaránt 1940—41-re érte el, alacsony párolgási összeg mellett. Érthető tehát, hogy a talajvíz szintje eközben egyre feljebb húzódtott, és a következő évek elején a vastag hóréteg esővel kísért elolvadásakor mindenfelé kialakultak a talajvízszint-maximumok. A talajvízállás sok helyen, így a vizsgált észlelőkutakban is, terepszint fölötti magasságban tetőzött. Egyes Duna—Tisza közti kutakban a tetőzés már 1940 tavaszán bekövetkezett. Ahol a többéves csapadékösszeg maximuma később állt elő, s ráadásul, a döntő lökést adó „csúcs-terhelés” is később — mint pl. a Maros hordalékkúpján —, ott a talajvízállás is később tetőzött.

A 4. és az 5. ábráról továbbá megállapítható, hogy az 1956. évi, az 1966—67. évi és 1970—71. évi talajvíz-feltöréseket közvetlenül megelőző években szintén jelentős csapadékfelhalmozódás volt, amely a „tárgyévi” hóolvadások hatására talajvízfeltörésekhez és belvízi elöntésekhez vezetett.

Az 1970-es években a Duna—Tisza közén a csapadékoság mérséklődött, a Maros hordalék-



4. sz. ábra. Az ötévi csapadék- és párolgási összeg, valamint az évi legmagasabb talajvízállás változása a Duna—Tisza köze keleti lejtőjén



5. sz. ábra. Az ötévi csapadék- és párolgási összeg, valamint az évi legmagasabb talajvízállás változása a Maros hordalékkúpján

kúpján erősödött. Itt a tartós párolgási hiány is szembetűnőbb. A Kevermes—Nagykamarás közötti térségben, tehát a vízbefogadásra legalkalmasabb területen, különösen sok csapadék hullott [13, 14]. A több éven keresztül átlag feletti csapadék és az átlagosnál jóval kisebb mértékű párolgás következtében a talajvíz szintje 1978 végén itt a szokásosnál 1,0 méterrel magasabban helyezkedett el. A következő 1979. év januárjának közepén a viszonylag nem túl vastag hótakaró hirtelen elolvadt, majd január végén kiadós esők jöttek, s ezzel a már felszín közelében lévő talajvíz szintje annyira megemelkedett, hogy a mélyvonulatokban a

felszínre tört. A jelenség 1981 tavaszán megismétlődött [13]). A talajvízszintek az országhatár közelében és az Orosháza környéki kutakban közel azonos időben tetőztek [14], ami nem igazolja a hosszirányú horizontális áramlás többek által lényegesnek vélt szerepét, inkább a helyi hidrometeorológiai tényezők döntő súlyára utal. Ezt támasztják alá a VITUKI vízháztartási számításai [10, 12] és azok a vizsgálataink is, amelyek szoros kapcsolatot mutatnak ki a helyi csapadék és párolgás értékeiből több évre visszamenően képzett vízforgalmi mutatók és az évi közepes talajvízállás között [15].

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bauer S.: A belvízrendezés kérdései. Vízügyi Közlemények. 1941. 1—2. sz. 69—80.
- [2] Bárczay J.: Beszámoló az országos árvízvédelmi kormánybiztos 1942—43. évi működéséről. Vízügyi Közlemények. 1943. 1—2. sz. 3—65.
- [3] Hanusz I.: Alföldünk belvizei. Földrajzi Közlemények. 1886. 405—419.
- [4] H. Pap I.: A vadvizek levezetésének kérdése. Szeged, 1927.
- [5] H. Pap I.: A Szegedi Ármentesítő és Belvízszabályozó Társulat vízvédelmi helyzete. A Tisza—Dunavölgyi Társulat központi bizottságának kiadványa. 1. sz. Budapest, 1942. 24—29.
- [6] Kardos I. (Szerk.): Szeged árvízvédelmi rendszere. Kiadja: az Alsótiszavidéki Vízügyi Igazgatóság. Szeged, 1975.
- [7] Kiss I.: A talajvíz feltörési jelenségeinek fokozottabb figyelembe vétele. Magyar Hidrológiai Társaság V. országos vándorgyűlése. III. kötet. 102—111. Szarvas, 1984.
- [8] Kovács Gy.—Erdélyi M.—Korim K.—Major P.: A felszín alatti vizek hidrológiája és hidrogeológiája. Nemzetközi hidrológiai továbbképző tanfolyam kézikönyve. III. 1. VITUKI. Budapest, 1972.
- [9] Kreybig L.: Az agrotechnika tényezői és irányelvei. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1956.
- [10] Major P.: Talajvízháztartási paraméterek meghatározása és térképi ábrázolása. Tanulmány a Vizgazdálkodási Keretterv korszerűsítéséhez. Kézirat. Budapest, 1981.
- [11] Miháltz I.: Az Alföld déli részének földtani és vízföldtani viszonyai. Hidrológiai Tájékoztató. 1966. június hó. 107—119.
- [12] Neppel F.: A Maros-hordalékkúp talajvízáramlási viszonyainak meghatározása a Lökösháza—Medgyesbodzás közötti térségre. VITUKI téma-beszámoló. Kézirat. Budapest, 1981.
- [13] Pálfi I.: Talajvíz-feltörések a Maros hordalékkúpján. Magyar Vizgazdálkodás. 1981. 11—12. sz. 10—11.
- [14] Pálfi I.: A Maros hordalékkúpjának hidrológiai kérdései. Hidrológiai Közöny. 1983. 2. sz. 89—94.
- [15] Pálfi I.: A Maros-hordalékkúp talajvízviszonyai. A Magyar Hidrológiai Társaság IV. országos vándorgyűlése. II. kötet. 307—311. Győr, 1983.
- [16] Rónai A.: A magyar medencék talajvize. Az országos talajvíztérképező munka eredményei. 1950—1955. A Magyar Állami Földtani Intézet évkönyve. XLVI. kötet. 1. füzet. Budapest, 1956.
- [17] Rónai A.: Az Alföld talajvíztérképe. A Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa. Budapest, 1961.
- [18] Sümeghy J.: Az Alföld földtani felépítése és a belvizek feltörése. A Tisza—Duna völgyi Társulat központi bizottságának kiadványa. 1. sz. Budapest, 1942. 139—149.
- [19] Trummer Á.: Az 1940—42. évi vízmentesítési munkálatok. Vízügyi Közlemények. 1945. 1—4. sz. 28—42.

Dr. Imre Páljai

Groundwater upwelling in the southern Great Hungarian Plain

An interesting and rare phenomenon in the southern Great Hungarian Plain (still within the frontier) is the upwelling of the phreatic groundwater. The most notorious occurrence of this phenomenon in this century was observed in the years 1940-42. The zones of groundwater upwelling include the E slope of the Danube-Tisza inetrfluvial ridge and the alluvial fan of the river Maros.

Groundwater upwelling is provoked by the extremes of weather under peculiar geological and geomorphological circumstances. In the zones of upwelling a highly permeable overburden forming salient landforms is predominant. The precipitations will be easily infiltrated through these formations down to the phreatic groundwater table which, on account of the excess of precipitations and the lack of evapotranspiration in a succession of humid years, may rise to the point of being compelled to well up to the surface in deeper-lying areas, mainly in places of abandoned river beds, as a result of a final impetus such as a sudden thawing of the snow cover accompanied by heavy rains.

Dr. Imre Páljai

Grundwasseraufbrüche im S der Grossen Ungarischen Tiefebene

Im Südteil der Grossen Ungarischen Tiefebene (noch innerhalb der Staatsgrenze) ist der Grundwasseraufbruch ein interessantes selten vorkommendes Phänomen. In diesem Jahrhundert fand sein denkenswertes Vorkommen in 1940-42 statt. Zonen des Grundwasseraufbruchs: Osthang des Donau-Theiss-Rückens und Schuttkegel der Maros.

Grundwasseraufbrüche werden unter besonderen

geologischen und geomorphologischen Verhältnissen durch den extremen Ablauf des Wetters hervorgerufen. In den Wasseraufbruchzonen überwiegen die morphologisch aufragenden Deckschichten von guter Wasserführungsbeschaffenheit. Der Niederschlag versickert durch diese Schichten ganz leicht bis zum Grundwasserspiegel hinunter, der in niederschlagsreichen Jahrgängen wegen des Niederschlagsüberschusses und des Mangels an Verdunstung so hoch ansteigen kann, dass auf einen entscheidenden Anstoss (wie z. B. eine durch starke Regen begleitete plötzliche Schneschmelze) das Wasser in den tiefer gelegenen Gebieten, hauptsächlich an der Stelle von verlassenen Flussbetten, an die Tagesoberfläche aufbricht.

Д-р Имре Палфай

Притоки грунтовых вод на поверхность на Большой Венгерской низменности

В южной части Большой Венгерской низменности (ещё в пределах государственной границы) притоки грунтовых вод на дневную поверхность представляют собой интересное, редко наблюдаемое явление. Наиболее достопамятный случай такого рода в нашем столетии имел место в 1940-42 гг. Зонами притоков грунтовых вод на дневную поверхность были восточный склон водораздела на междуречье Дуная и Тиссы и конус выносов реки Марош.

Притоки грунтовых вод в своеобразных геологических и геоморфологических условиях вызываются склонностью к крайностям погоды. В зонах притоков грунтовых вод преобладают породы чехла с хорошей водопроницаемостью, образующие положительные формы рельефа. Через эти слои атмосферные осадки легко инфильтрируются вплоть до уровня грунтовых вод, который на протяжении ряда влажных лет из-за излишка осадков и отсутствия испарения может столько подниматься, что в результате решающего толчка (внезапное таяние снега, сопровождаемое сильными дождями) грунтовые воды на сравнительно более глуболежащих участках, главным образом на месте бывших речных русел, будут появляться на земной поверхности.

A Hévízi-tó vízhozamszabályozása

Az Állami Tervbizottság döntése alapján meg kell oldani a kényszerű bányászati vízkivétel következtében befolyásolt Hévízi-tó forráshozamának minimális szinten való biztosítását és a tó gyógyhatását biztosító hőmérséklet téli időszakban történő fenntartását.

A tóforrás hozamának mintegy 300 l/s-ra való csökkenését okozó tényezők:

- a tóforrás hatásterületén történő mesterséges vízemelések növekedése. Ezek túlnyomó része a bányászat biztonságos és gazdaságos működéséhez szükséges vízemelés, különösen a Nyírád térségi bauxitbányászat érdekében emelt karsztvíz. Szerepet játszik még a szénbányászatnak és szénhidrogéntermelésnek a karsztvíz nyomásállapotát befolyásoló tevékenysége is.
- A hatásterületen, elsősorban a tó közvetlen közelében történő melegvíz-kiemelés növekedése.
- A mintegy két évtizede tartó beszivárgáshiány.

A tó védelmére kidolgozott intézkedéssorozat első lépéseként a Bakonyi Bauxitbánya, mintegy 50 m³/min-nel csökkentette a Nyírádon kiemelt víz mennyiségét (1986-ban 240 m³/min), melynek eredményeként megállt a forráshozam csökkenése és 300—320 l/s körüli értékben stabilizálódott mennyisége.

Mintegy 16 M Ft-os ráfordítással kiépítésre került a tófelszín téli hőmérsékletét a fürdőház alatt +28 °C felett tartó megoldás: a forrásbarlang változatlanul +39 °C hőmérsékletű vizének csővezetékekkel való felvezetése a fürdőterbe.

Az egészségügy által megkívánt 330 l/s éves átlagos forráshozam biztosítása érdekében megkezdődtek a tó hozamszabályozási munkálatai. A számba jöhető három megoldás az egészségügyvel és a vízügyi hatósággal egyeztetetten a következő ütemben és mértékig kerül megvalósításra:

- a) A tó szintjének kismértékű (30—40 cm) süllyesztésével előállítható hozamnövekedés kevés költséggel, rövid idő alatt megvalósítható, hozamnövelő hatása azonban korlátozott (+30 l/s). Üzembe helyezésére — szükség szerint — 1987-től megvan a lehetőség.
- b) A szivattyús vízhozamszabályozás (a szivattyútelep tókráterbe építése, a szivóvezetékek a forrásbarlangban lévő melegforrásokhoz való csatlakoztatása és 330—450 l/s hozammal való üzemeltetése) kiépítése folyamatban van és 1989-ben lesz üzembe helyezhető.
- c) Az előző megoldások esetleges sikertelensége esetén — tartalék megoldásként — el kell készíteni egy, a tótól 3—4 km-re, mintegy 400 l/s melegvíz megcsapolására és kiemelésére alkalmas aknát (kutat vagy kútcsoportot) és a víznek a tóba, illetve a tóparti felhasználókhoz történő vezetésének kiviteli tervét.

A munkához egy kiterjedt, részben automatizált megfigyelőrendszert hoztak létre, a vízszint, a vízhozam, a hőmérséklet és a vízminőség mérésére és számítógépes adattároló és feldolgozó rendszer segíti a munka előkészítését, majd a beavatkozás módjának, mértékének kiválasztását és kihatásának megfigyelését.

V. B.

Vízföldtani kutatás a csabpusztai bauxitlelőhelyen

Nyírádtól ÉNy-ra, a Gyepükaján—Csabpusztai területen, részben fedésben az Ajka—II. kőszenterülettel, az eddig ismert nyírádi területnél kedvezőbb vízföldtani körülmények között települő új bauxitterületet kutatott meg a Bauxitkutató Vállalat.

Az ún. „fölső szintű” bauxit fekszik felsőkréta ugodi mészkő, mely D-ről É felé növekvő vastagságú. A jákói márga- és ajkai köszénformáció megjelenésével, ugyancsak É felé növekvő vastagsággal a főkarszt-víztároló triász vízvezető kőzetek és a bauxitfekü ugodi mészkő között vízzáró réteg települ, melyek következtében kréta réteggarsztvíz-rendszer alakult ki a terület DNy-i részén.

Ez a rendszer ugyan része a főkarsztvízrendszernek, azonban tárolóközete a főkarsztvízszint felett települ az aljzatra közepes vízáteresztőképességű, a lefelé mozgó víz lassú szivárgása, illetve a lassú nyomáskiegyenlítődés, valamint a triászaljzat csökkent piezovezetőképessége (kösszeni rétegek) miatt, azzal csak törési zónák

mentén van összeköttetésben. ÉK—K-i irányban a törési zónák nyitottabbá válnak, s a külön kréta vízrendszer a főkarszt-vízrendszerrel egységes rendszert alkot.

A víztartó kréta mészkő hidraulikai paramétereinek ismeretében, analitikai modell segítségével az ALUTERV—FKI, a BKV-val közösen készített értékelésükben — a várható vízemelést kezdetben 10, majd emelkedően 60 m³/min-ben prognosztizálták.

A kedvezőbb vízföldtani település, a bauxittelepek kitermelhető készlete lehetővé teszi a Nyírád keleti terület bauxittermelésének és vízemelésének — a nyugat-balatoni regionális és az Ajka—Pápa vezetékek részére emelt víz kivételével — felhagyását, s a „fölső szintű” bauxit művelésbe vonását. A térség bauxitbányászati vízemelésének tervszerű, folyamatos csökkentésével lehetővé válik a Hévízi-tó vízhozamának növelése.

H. Gy.

A Maros-hordalékkúp felszínalatti vízkészletének védelme

A hordalékkúpnak a környék vízellátásában betöltött növekvő szerepe megköveteli a vízbázisok vízminőségének védelmét, a rétegvizek szennyeződésének megelőzésével.

A hordalékkúp földtani, vízföldtani viszonyainak feldolgozásával elkészítették a terület számítógépes modelljét, előrejelezték a növekvő víztermelések mellett várható nyomás- és áramlási viszonyokat. Meghatározták a nagyobb vízbázisok felszíni és rétegen belüli védőterületeit. A vízminőségi viszonyok és a potenciális szennyező forrásokra vonatkozó adatok alapján javaslatokat tettek a vízművek hidrogeológiai védőterületein belüli korlátozó intézkedésekre, a vízbázis vízminőség védelme érdekében szükséges észlelésekre.

A Maros-hordalékkúp felszín alatti vízkészletének kutatási munkáiba a VITUKI Vízirajzi Intézete 1981-ben kapcsolódott be. A hordalékkúp földtani felépítése és kiemelt jelentősége a körzet távlati vízellátásának szempontjából indokolja, hogy a kutatások során kijelölt vízbázisok kiépítését megelőzően részletesen vizsgáljuk a felszíni szennyeződések hatását a felszín alatti vízkészletre, szükség esetén korlátozó intézkedésekkel megakadályozzuk a rétegvíz-készlet vízminőségromlását. A kutatási terület elhelyezkedését az 1. ábrán mutatjuk be.

Földtani áttekintés

A területen lemélyült olajkutató fúrások alapján a *medencealjzati* gránit, kvarcporfir és mezozoos dolomitképződményeket 800–1500 m vastag *pliocén* üledéksor takarja. Az alsó pannon korú alapkonglomerátum, mész- és agyagmárga, homok és homokos agyagmárga leülepedése után a felső pannonban túlnyomórészt finomhomok és aleurit üledékek képződtek. A felső *pliocén* üledékek fekszik Battanyán 450 m, a terület középső részén 550–750 m mélységben húzódik.

A *negyedkori* rétegek átlag 250–300 m vastag, típusos folyóvízi eredetű, változatos törmelékes rétegsort alkotnak — az Ős-Maros pleisztocén hordalékkúpját. Alsó, mintegy 80 m-es szakaszán kőzetlisztes homok, homokos kőzetliszt, agyag és homok 5–10 m-es rétegeinek váltakozása jellemzi. Ezt követően vastagabb homokrégeket tartalmazó üledék következik, amit 40–50 m, agyagos kőzetliszt és homok 5–10 m-es rétegeinek váltakozásából álló rétegsor követ. A felső szakasz közép- és durvaszemű homok — helyenként aprókavics — rétegeit 2–3 agyagos kőzetlisztréteg tagolja. A változékony kifejlődésű, túlnyomórészt folyóvízi eredetű kőzetek rétegeiben fokozatos átmenet lehet a különböző szemcseméretű kőzettípusok között.

A felső-pliocén-pleisztocén idősakra jellemző kiegyenlített süllyedés és folyamatos feltöltődés során a felszín fokozatosan elsimult, a rétegek dölése a felszínnel közel párhuzamos.

A felszínközeli vízadórétegek földtani védeltsége

A felszíni (0–10 m közötti) képződményeket a terület nagy részén pleisztocén iszapos lösz, löszös homok, folyóvízi homok, EK-en Gyula, Újkígyós, Elek térségében holocén ártéri üledékek alkotják. Mivel a rétegek közel szintesen települnek — rétegfejeik nem bukkannak a felszínre — a rétegvízadó képződményekbe felszíni szennyeződés csak a fedő-, (felszínközeli) rétegeken való átszivárgással juthat. A *vízadó rétegek földtani védeltségének mértékét így elsősorban a fedő képződmények kifejlődése és vastagságviszonyai határozzák meg.*

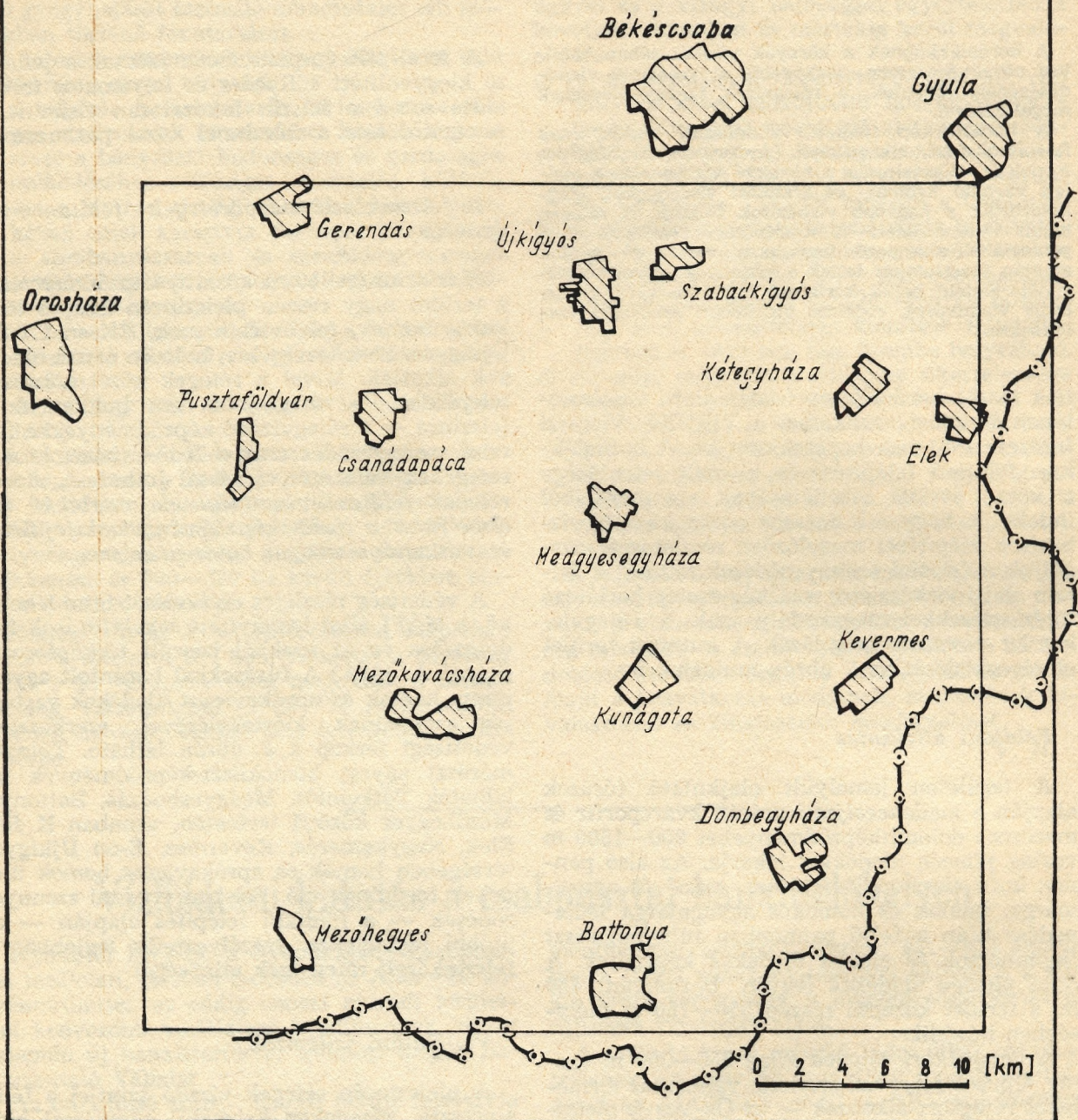
A védeltség részletes értékelését tette lehetővé a MÁFI által lemélyített sekélyfúrások feldolgozása és az ezekből készült térképsorozat (Rónai A. 1983.) A fúrásokkal harántolt agyag, iszap, homok és aprókavicsos üledékek vastagságviszonyainak kiértékelésével szerkesztett védeltségi térkép a 2. ábrán látható. Túlnyomórészt agyag, homokliszt-képződmények találhatók Tótkomlós, Medgyesbodzás, Battonya, Mezőhegyes közötti területen, azonban K felé Elek, Nagykamarás, Kevermes, É-on Újkígyós térségében homok és aprókavicsos homok üledékek fordulnak elő. Felszíni eredetű szennyeződések — a földtani felépítés alapján — ez utóbbi területeken veszélyeztetik legjobban a felszínközeli rétegvizek minőségét.



Vízföldtani jellemzők

A pleisztocén rétegek vízadó szintjei a félig áteresztő rétegeken keresztül egymással hidraulikai kapcsolatban vannak, a nyugalmi vízszint mérések szerint $+5-10 \cdot 10^{-3}$ a függőleges hidraulikai gradiens. A 70–150 m közötti rétegekben tapasztalható nyomásminimum a jelenlegi víztermelések hatását tükrözi, az egész hordalékkúpra jellemző.

A talajvíztükör vízszintje átlag 1,5 m-rel meghaladja a sekély rétegvizek nyugalmi vízszintjét, tehát a rétegvizek már jelenleg is utánpótlódnak a felszín felől. A talaj- és rétegvizek áramlási iránya a felszín lejtésével egyezően DK-ÉNY-i, a horizontális esésgradiens átlaga $3 \cdot 10^{-4}$ (3. ábra).

A MAROS-hordalékkúp helyszínrajza



 a részletesen vizsgált terület határa
 országhatár

1. sz. ábra. A Maros-hordalékkúp helyszínrajza

Vízföldtani modellezés

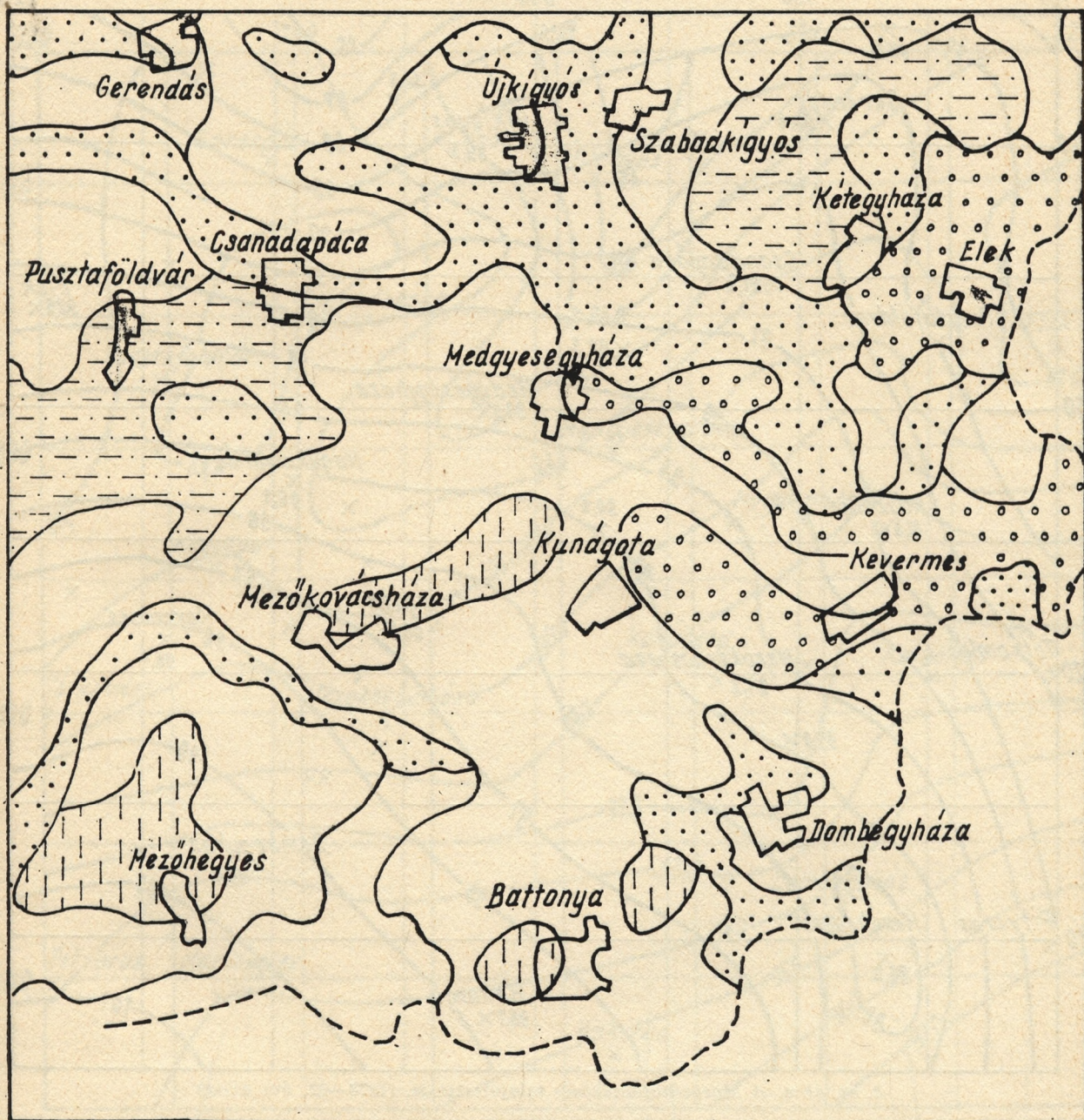
A tervezett vízbázisok várható hatásának előrejelzésére, az áramlási és utánpótlódási viszonyok változásainak meghatározására elkészí-

tettük a terület hidraulikai modelljét. Az alkalmazott számítógépi programmal

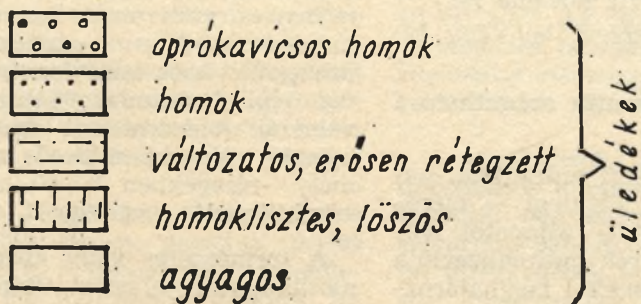
- a rétegek vízádóképessége (T)
- a rétegek tárolási tényezője (S)

A MAROS-hordalékkúp védettségi térképe

[Alföld Földtani Atlaszából]

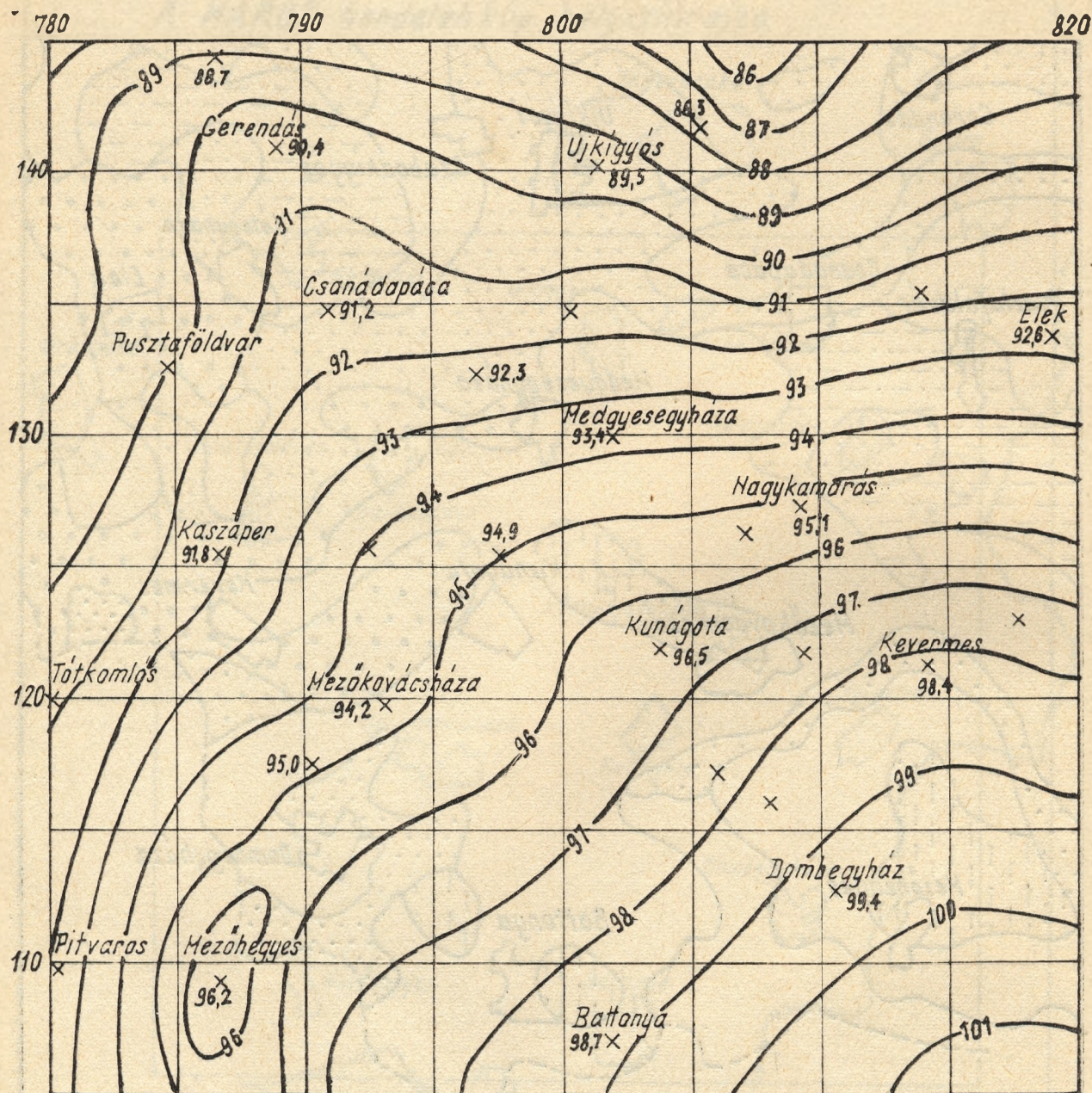


0 2 4 6 8 10 [km]



2. sz. ábra. A Maros-hordalékkúp védettségi térképe

Talajvízszint (1978-82 évi átlag)



3. sz. ábra. A Maros-hordalékkúp talajvízszintje. (1978-82. évi átlag)

- a félig áteresztő rétegek függőleges szivárgási együtthatója (b)
- a talajvíz nyomáseloszlása (H_i)
- a rétegekből kitermelt víz hozama (Q)
- a vizsgált közhathasáb szélein be vagy kiáramló hozamok (Q_{in})

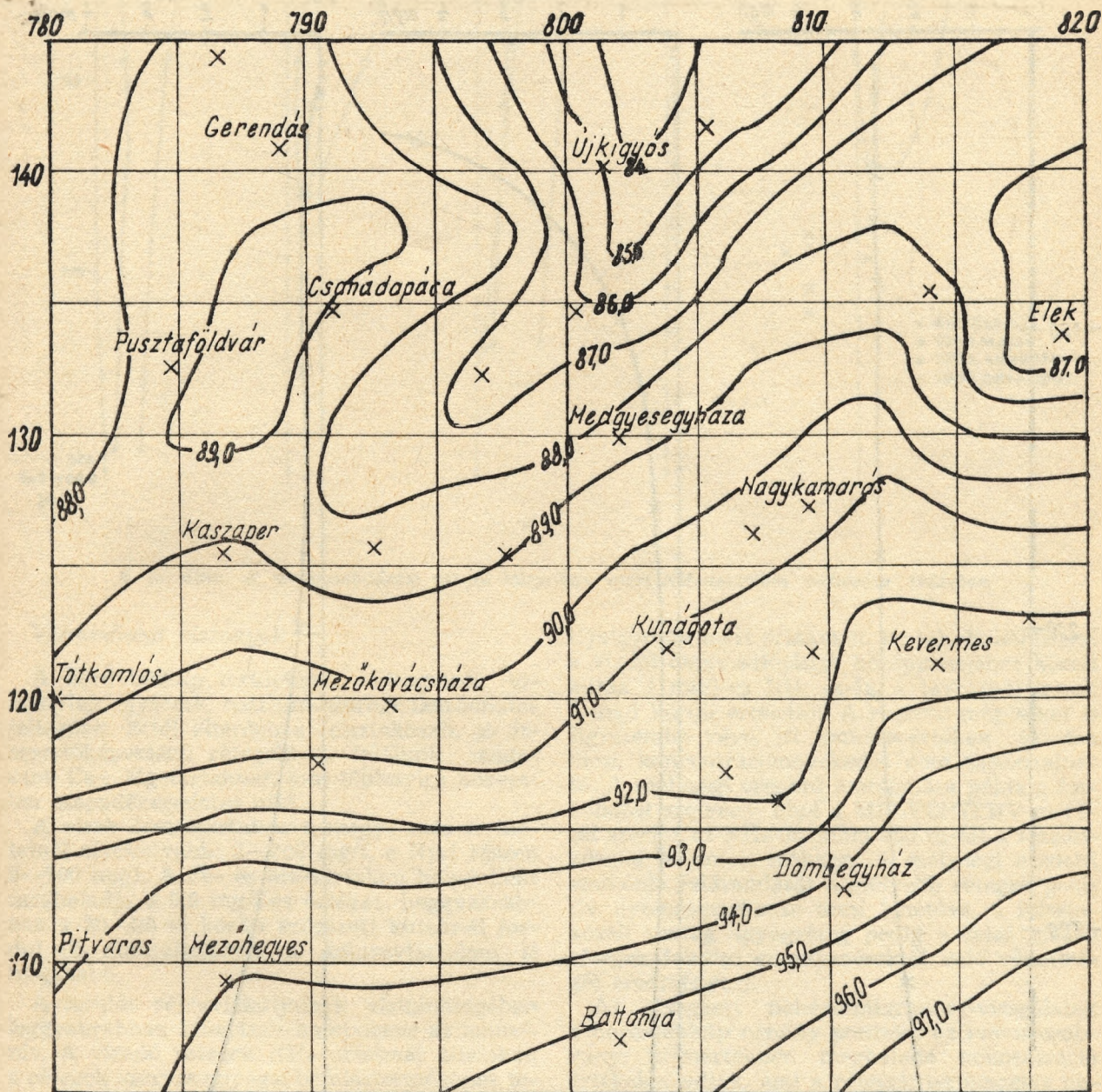
ismeretében tetszőleges időpontra számítható a rétegek nyomáseloszlása.

Első lépésben az alkalmazott hidraulikai paraméterek pontosításához a jelenlegi — mérésekkel többé-kevésbé ismert — állapotot modelleztük, majd a paraméterek optimalizációja után, a tervezett víztermelésekkel meghatároz-

tuk a várható vízszinteloszlást (4 ábra). A Maros-hordalékkúp jelenlegi 60 ezer m^3 /nap-os víztermeléséből 56 ezer m^3 /nap vízmennyiség a felszín felől utánpótlódik. A tervezett 130 000 m^3 /nap-os víztermelés hatására a modell-paraméterek alapján → változatlan rétegrányú utánpótlódás és talajvízszint mellett — a talajvíz felőli beáramlás 95 000 m^3 /nap-ra fog növekedni. A számítások szerint a — 120 m-ig húzódó rétegekben 3-5 m-es, a 250-400 m mély rétegekben 3-10 m-es regionális vízszintsüllyedés várható.

A természetes vagy közel természetes nyomásállapotra jellemző utánpótlódás és az eb-

A tervezett víztermelések hatására várható nyugalmi vízszint



4. sz. ábra. A tervezett víztermelések hatására várható nyugalmi vízszint a 20–80 m mélységű réteg-csoportban

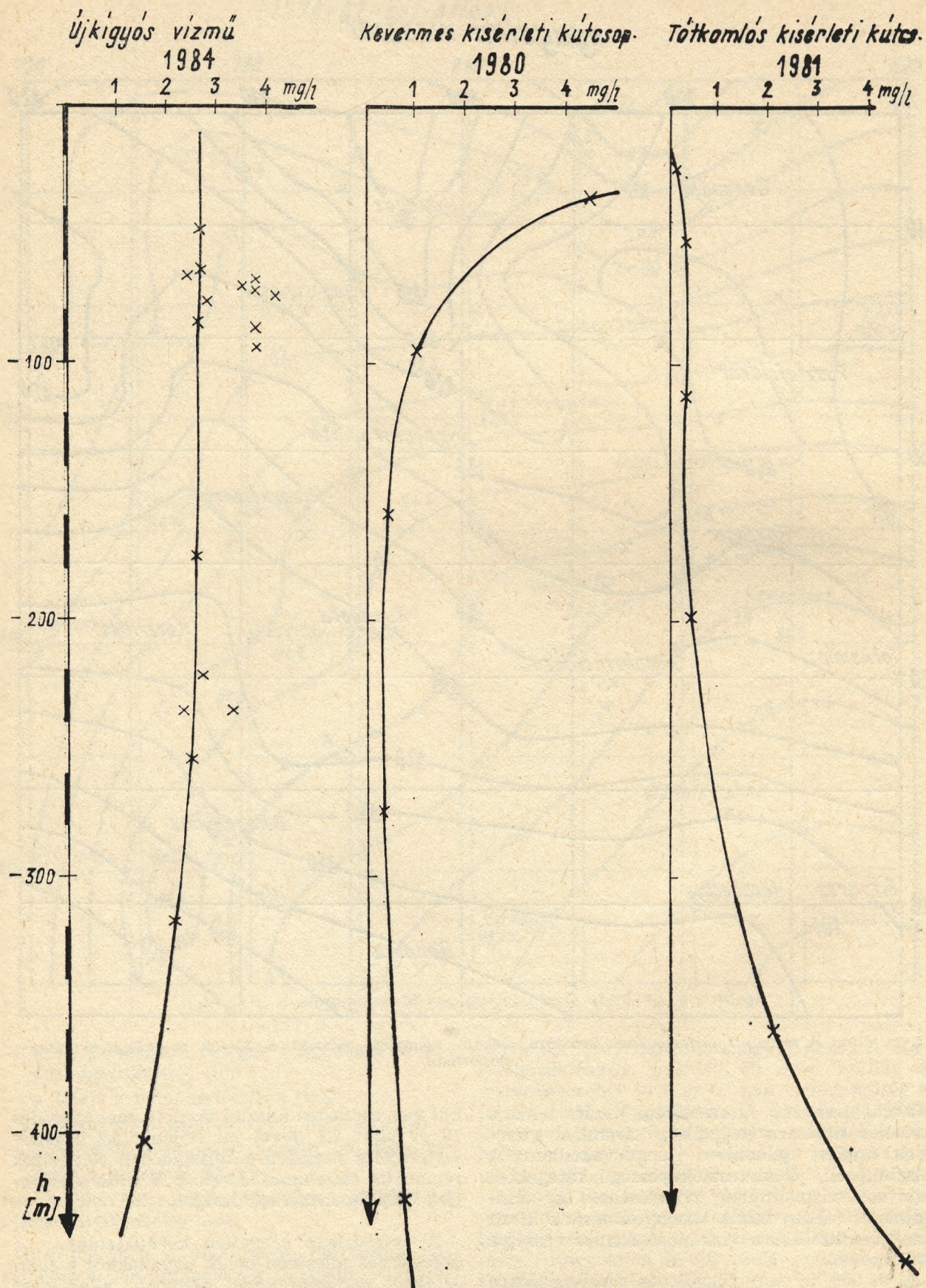
ből meghatározott kitermelhető hozam tehát a termelés hatására megváltozó áramlási viszonyok mellett jelentősen megnövekedhet. A felszínközeli, jó áteresztőképességű rétegekből kitermelt vízmennyiség növelésének így elsősorban a felszín felőli, szennyeződésnek kitett vizek beáramlása, a vízminőségromlás veszélye szab határt.

A 95 000 m³/nap függőleges átszivárgást a teljes területre, 1600 km²-re elosztva, 0,1-es porozitást feltételezve, a talajvízfront függőleges elmozdulására 0,6 mm/nap-ot kapunk, te-

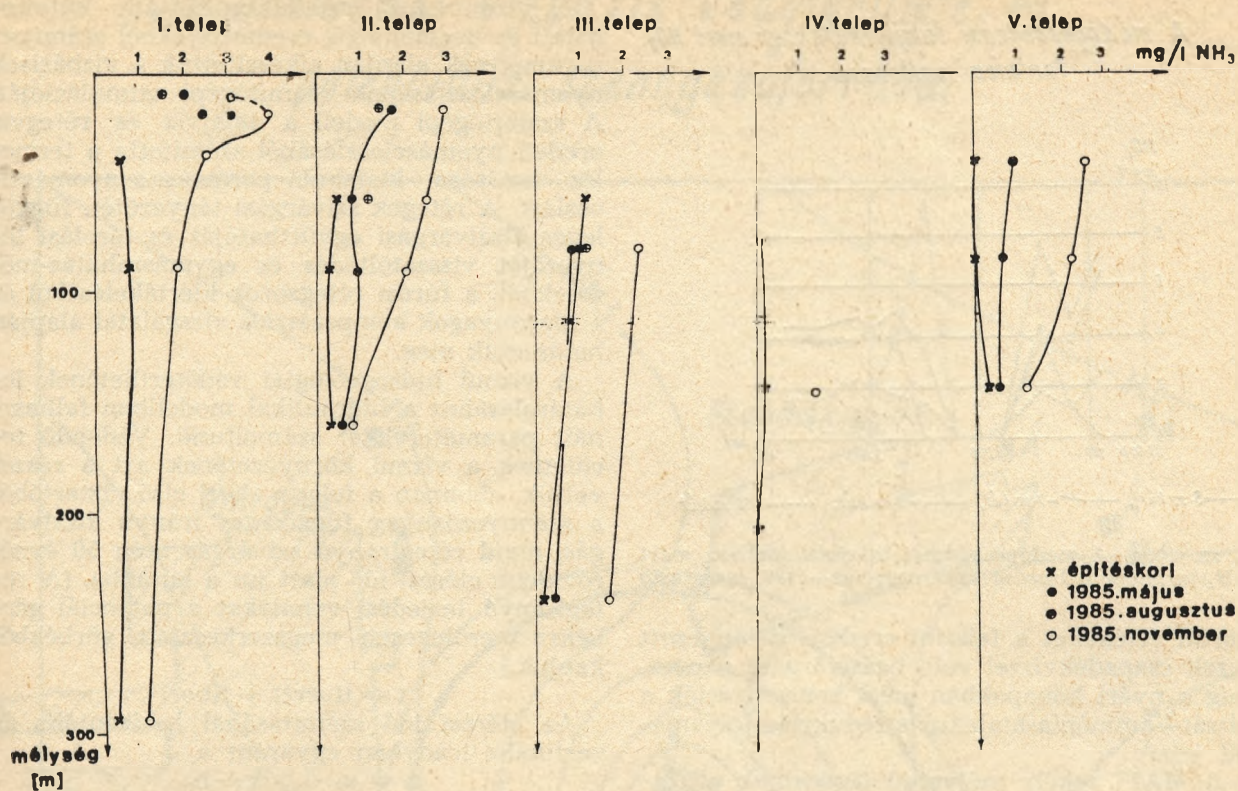
hát egy esetleges felszíni eredetű szennyeződés 10 év alatt 2,2 m-rel jut lejjebb. Az intenzív víztermelés hatására a felszínközeli rétegvizek regionális elszennyeződésének lehetőségét fentiek alapján kizártnak tartjuk.

A vízbázisok közvetlen környezetében, a depressziós tölcseren belül, ugyanakkor a fenti értéknél nagyságrenddel nagyobb függőleges szivárgási sebességekre számíthatunk, a védelmi intézkedések tehát a vízbázisok meghatározott környezetére kell, hogy vonatkozzanak.

Vízműkutak NH_4 tartalmának változása



5. sz. ábra. Néhány vízmű-kútcsoport NH_4 -tartalmának változása



6. sz. ábra. A medgyesbodzási vízmű kútjaiban mért NH_4 -tartalom változása 1985-ben

Vízminőségi viszonyok

A hordalékkúp területének rétegvizei viszonylag egységes, nátrium-hidrogénkarbonátos jellegűek. Ettől eltérően a felszínközeli, jó átteresztőképességű rétegekben találunk magasabb Ca -, Mg -tartalmat, ami többnyire közvetlen csapadékeredetre utal.

A vizek összótartalma a megye más területeinél alacsonyabb: 2–300 mg/l , a Ny-i részen 5–700 mg/l . A Fe - és Mn -tartalom helyenként meghaladja a 0,5 mg/l -es értéket. Leggyakrabban a 20–80 m között szűrőzött kutaknál fordul elő, ahol általában a szénsavtartalom is magasabb.

A terület rétegvízútjainak vízminőségében leggyakrabban kifogásolt komponens az ammónia. A vízáadó rétegek NH_4 -tartalmát általában a rétegek szerves anyagai bomlástermékének tekintik, ugyanakkor a sekély rétegekben nem zárható ki a felszíni eredet sem. A legmagasabb, 3 mg/l -t meghaladó NH_4 -tartalom a terület ÉK-i részén Újkígyós, Elek, Kétegyháza térségében tapasztalható.

Az ammónia-tartalom eredetének tisztázására több függvényben megnéztük a rétegek NH_4 koncentrációjának változását (5. ábra). Medgyesbodzáson, Kevermesen és Újkígyóson a felszín felé növekvő NH_4 értékek a felszíni eredetet valószínűsítik. A medgyesbodzási vízmű kutak vízmintáinak elemzési eredményei jól mutatják a víztermelés okozta depresszió hatását az NH_4 koncentrációkra (6. ábra). A víztermelés beindítását követően a koncentrációk növekedtek, és egy év alatt megközelítették az

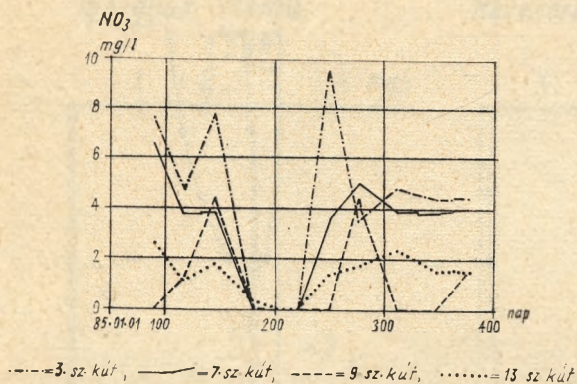
Újkígyóson mért értékeket. Itt jól elkülöníthető a vízmű depressziójának középpontjához közeli kutak 4 mg/l -es NH_4 cc-ja, a távolabbi kutak 3 mg/l körüli értékétől. A régebbi méréseket is figyelembe véve, itt a mért értékek szórása kicsi, koncentrációnövekedés nem tapasztalható. A mélységi eredetű ammóniára, például a tótkomlói szelvény, ahol a MÉLYÉPTERV mérései szerint az NH_4 -tartalom 450 m-től a felszínközelig monoton csökken. A mélységi eredetű ammónia feláramlását a mélyebb rétegek pozitív nyomásgradiense teszi lehetővé, a felszínközeli vastag agyagréteg pedig a felső vízáadó rétegek felszíni szennyezésektől való védettségét eredményezi.

Az elvégzett nehézfém-tartalom-vizsgálatok a hordalékkúp néhány pontján, az ivóvíz-szabványt kismértékben meghaladó koncentráció értékeket adtak, ami a rétegek természetes nehézfém-tartalmára vezethető vissza, míg a változó- esetleg kiugróan magas értékeket közvetlen, talajvíz eredetű szennyezés okozhatja. A kutak vizében növényvédőszer-maradványt nem lehetett kimutatni.

A terület talajvizei ivóvízfogyasztásra nem alkalmasak, a 3–5000 mg/l összótartalom mellett 100–200 mg/l , vagy azt meghaladó a Cl , SO_4 - és NO_3 -tartalom.

A felszíni — elsősorban mezőgazdasági és kommunális eredetű — szennyezés az esetek túlnyomó részében a talajvíz nitráttartalmának emelkedését vonja maga után. A medgyesbodzási talajvízkutakban havonként mért nitrát-koncentrációk változásait a 7. ábrán mutatjuk be. A tavasszal és ősszel tapasztalt 4–8 mg/l

A medgyesbodzási talajvízkutakban mért NO_3 tartalom változása



7. sz. ábra. A medgyesbodzási talajvízkutakban mért NH_4 -tartalom változása 1985. március–1986. márciusig

körüli értékeket a felszíni eredetű szennyezett vizek csapadékvízzel való beszivárgása okozza, míg a nyári hónapokban mért koncentrációk a nitrát–ammónia-átalakulás redukciós folyamatát jelzik.

A MÁFI sekély mélységű fúrásainak nitrátadatai alapján a községek belterületén mindenhol magas a talajvíz nitráttartalma, amit elsősorban a kommunális eredetű szennyvizek szikkasztásos elhelyezése okoz. A terület talajvizeinek természetes áramlási sebességét és irányát, talajvíztartóra települő koncentrált víztartalmú helyek nem befolyásolják, a vízszint $3 \cdot 10^{-4}$ értékű természetes eséséből adódóan az áramlási sebesség — a talajvíztartók tényezőjének függvényében — többnyire nem haladja meg az 1–2 m/év-et. A csatornázatlan települések okozta szennyezés így általában a községek belterületére korlátozódik, míg a külső területeken észlelt szennyeződés legtöbb esetben mezőgazdasági eredetű.

Hidrogeológiai védőidomok

A területen két nagyteljesítményű vízmű létesült. Az újkígyósi 1962. óta üzemel, maximális víztermelése eléri a napi 17 000 m^3 -t. A medgyesbodzási vízművet 1984-ben adták át, ott kb. 18 000 m^3 /nap-os maximális víztermelés érhető el. A két üzemelő vízműre meghatároztuk a vízbázisok belső hidrogeológiai védőidomát, tehát azt az izochron felületet, ahonnan a víz és a vele együtt mozgó szennyezőanyag meghatározott idő — jelen esetben 50 év — alatt jut el a vízkivételig. Amennyiben a kijelölt védőidomon belül megakadályozzuk a nem lebomló — vagy az elérési időn túl lebomló szennyező anyagok elhelyezését, a vízbázis vízminőségét az elérési idő tartamára biztosítjuk. Az elérési idő alapján számított hidrogeológiai védőidom szigorúan vett fenntartása, mivel a szennyező anyagoknak a szivárgás során végbemenő mennyiségi és minőségi változásaival nem számol, a víz minőségének maximális védelmét jelenti.

A vízművekről rendelkezésre álló kútvizsgálati és üzemeltetési eredményekből számított paraméterek alapján elkészítettük a vízbázisok nyomáseloszlásának számítógépi szimulációját. A számítógépi modell a talajvíz és rétegvíz eredeti nyomáseloszlásából számította a természetes hatására kialakuló permanens nyomáseloszlást. A rétegek szivárgási tényezőjét, függőleges átszivárgási együtthatóját és tárolási tényezőjét visszatöltődés és egymáshatás-mérésekből, a fúrási rétegsorok kiértékeléséből és a maganyagok kompressziós vizsgálatai alapján határoztuk meg.

A vízmű hidrogeológiai védőterületének lehatárolásához a hidraulikai modellben felhasznált paraméterekkel számoltunk. Védendő területnek a vízmű környezetének azt a részét vettük, ahonnan a felszín alatti első víztartóból a szennyezőanyag függőleges irányú átszivárgás, majd rétegirányú szivárgás után 50 évnél rövidebb elérési idő alatt jut a kutakba. (A rétegirányú terjedési vonalakat a potenciál görbékre merőlegesen megszerkesztett görbékéből kapjuk.)

$$t = t(\text{vert}) + t(\text{hor})$$

Az elérési idő számításánál horizontális és vertikális irányban egyaránt a

$$t_i = u_o \cdot L_i^2 / k_i \cdot h_i$$

Darcy összefüggést használtuk, ahol

t_i = elérési idő az L_i szakaszon

u_o = hézagterefogat

L_i = a szennyezés terjedési vonalának egy szakasza

k_i = szivárgási tényező az L_i szakaszon

h_i = vízszintkülönbség az L_i szakaszon

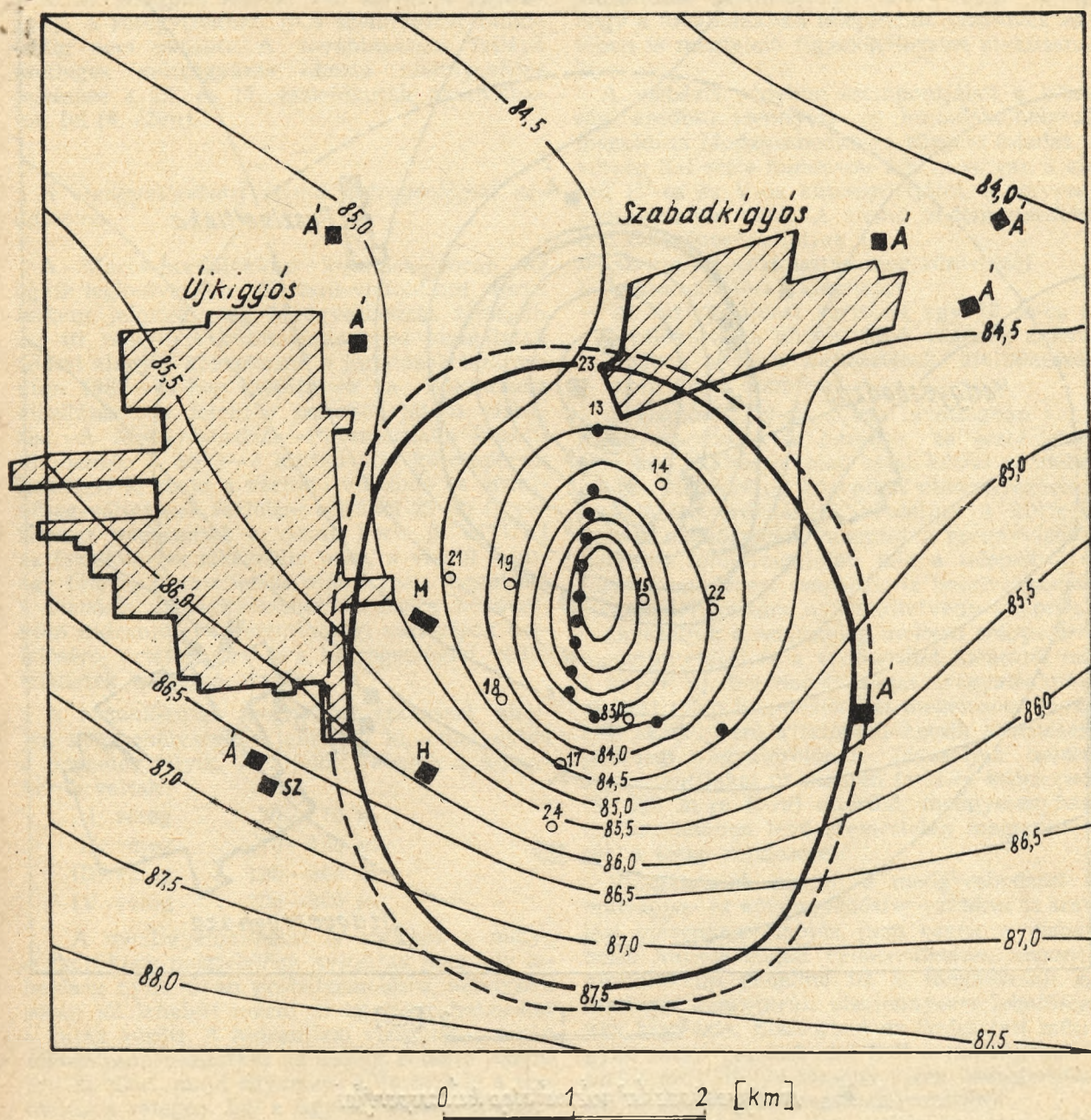
Az újkígyósi vízmű hidrogeológiai védőidoma

A már több, mint 20 éve üzemelő vízmű rendszeres és megbízható észlelési adatai lehetővé tették a hidraulikai szimulációval számított nyomáseloszlás ellenőrzését is. A felszínközeleli, 20–60 m között húzódó vizadó-rétegre számított potenciál kép, az ez alapján kapott felszíni és rétegen belüli védőterület a 8. ábrán látható. (A vízszinteloszlás számításában figyelembe vettük a 90–130 m közötti szűrőmélységű kutak víztermelését is.)

A védőterület alapján, a közeli Újkígyós és Szabadkígyós községek belterületén jelentkező kommunális eredetű szennyezés a vízmű vízminőségét még hosszú ideig nem veszélyezteti. Csak Szabadkígyós DNY-i sarka esik a kijelölt védőterületre. A községi szennyvízszikkasztásból adódó esetleges szennyeződés a 23. és 13. sz. vízszintfigyelőkút felévenkénti észlelésével (tavaszi–ősz) idejében felismerhető. (A szennyvízszikkasztás talajvízszennyező hatását jelzi az Újkígyós belterülete szélén lemélyített VITUKI talajvízminőség-figyelő kútban mért 110 mg/l-es NO_3 -tartalom.)

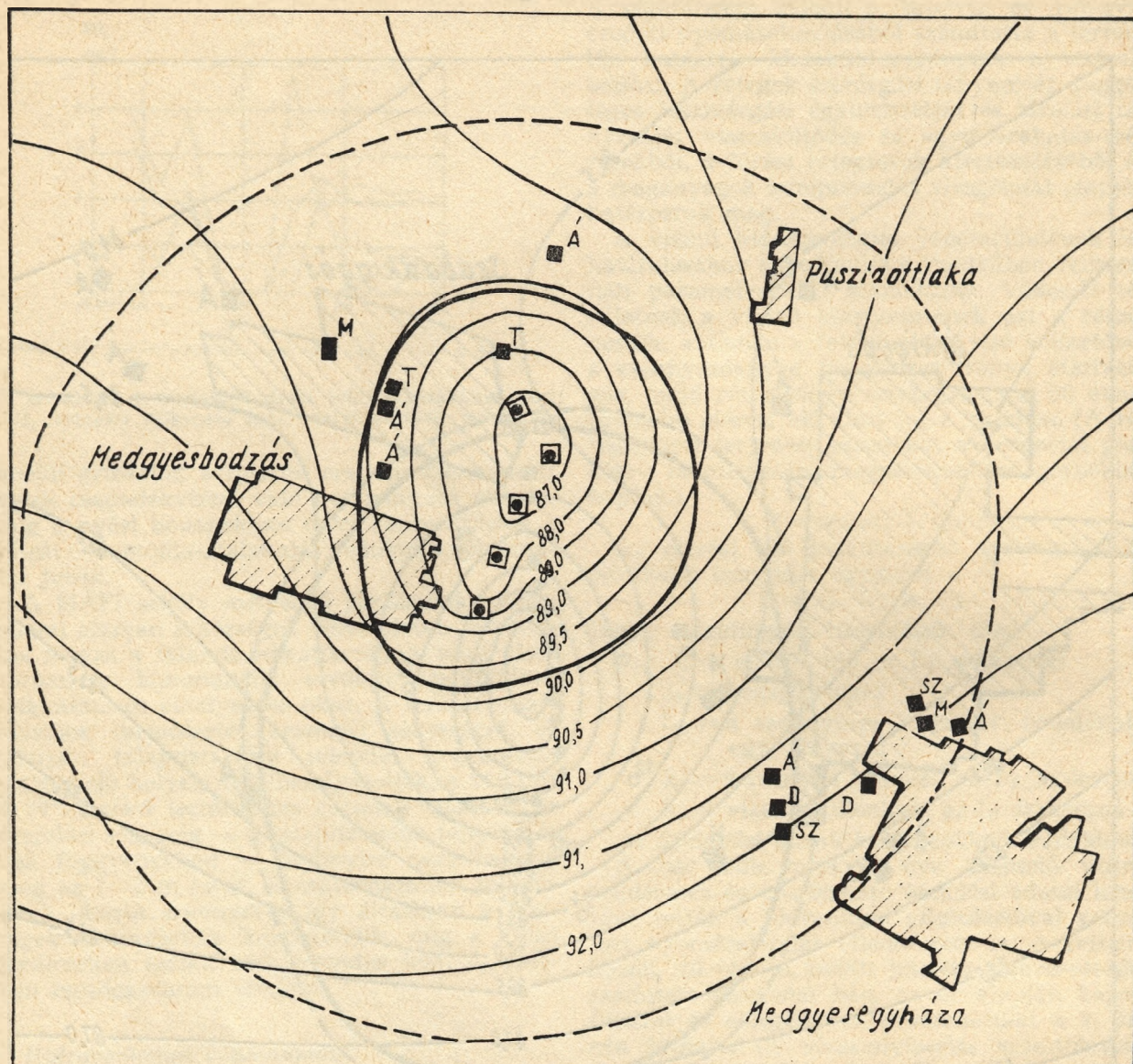
A vízműkutaktól mindössze 1 km-re, a védőterületre eső műtrágya- és növényvédőszer-raktárnál szükség van a raktár állapotának, a tárolás módjának, a tárolásra és csurgalékvizek elhelyezésére vonatkozó előírások pontos betartásának évenkénti ellenőrzésére. A helytelen tárolásból és kezelésből adódó szennyezés ész-

Az ÚJKIGYÓSI vízbázis védőterülete és potenciális szennyezőforrásai



- termelői
- újkigyósi vízműtelep
- potenciális szennyezőforrás
- Á állattartó telep
- M műtrágya és növényvédő raktár
- SZ szennyvízszikkasztás
- H homokbánya
- 87,0 rétegvízszint [mBf]
- felszíni védőterület határa
- - - rétegen belüli védőterület határa
- } 20-60 m mélységű rétegre

A MEDGYESBODZÁSI vízbázis védőterülete és potenciális szennyezőforrásai



0 1 2 [km]

- ☐ medgyesbodzsi vízműtelep kútcsoportjai
 - potenciális szennyezőforrás
 - Á állattartó telep
 - M műtrágya és növényvédőszer raktár
 - SZ szennyvízszikasztás
 - T trágya és szeméttelep
 - D dögtelep
 - (---) felszíni védőterület határa
 - (- · - · -) rétegen belüli védőterület határa
 - (—) rétegvízszint [mBf]
- } 30-65 m mélységű rétegre

elésére a 19. sz. vízszintfigyelő-kút félévenkénti vízminőség-vizsgálata javasolható.

A vízműtől DNY-ra elhelyezkedő állattartó telepnél a keletkező szennyvíz és szerves trágya védőterületen kívüli elhelyezése indokolt.

A tsz átlagban kiszórt 140 kg/ha N műtrágyája a rétegvizekben NO_3 szennyezést mindaddig nem okozott. A továbbiakban fellépő esetleges műtrágyázás okozta szennyeződés jelzésére a 15. és 17. észlelőkutak használhatók fel (8. ábra).

A medgyesbodzási vízmű hidrogeológiai védőidoma

A Maros-hordalékkúp kutatása során az egyik legkedvezőbb földtani-vízföldtani területként jelölték meg Medgyesbodzás térségét. Az itt mélyített kutatófúrások és vizsgálatok adatai alapján közvetlenül a kutatások lezárása után 1983–84-ben kiépítették a Békéscsaba vízellátásában jelentős szerepet játszó vízbázist. A Medgyesbodzás–Pusztáotlaka közötti út mentén 5 db 3–3 kútból álló kútsortot létesítettek, majd a várható vízszint- és vízminőség-változások észlelése céljából 23 db figyelőkutat telepítettek a vízmű köré. A VITUKI az észlelőkutak elkészülte után, a vízmű mintegy féléves üzemeltetése után kapott megbízást a vízbázis üzemeltetésének hatására bekövetkező hidraulikai és vízminőségi változások észlelésére, értékelésére és a hidrogeológiai védőterületek meghatározására.

A termelőkutak megnyitott szakaszai alapján négy mélységköz jelölhető ki, amelyekből a termelés folyik. A kijelölt rétegek a következők voltak:

I. réteg	30—70 m
II. réteg	70—130 m
III. réteg	130—200 m
IV. réteg	200—300 m

A megfigyelőkutakat is ezeknek a mélységközöknek megfelelően nyitották meg, így lehetőség nyílt olyan próbatermelésre, amelynek során jól lehetett mérni az egymáshatásokat a kutak között. A hidraulikai vizsgálatok során fokozatosan indítottuk az azonos rétegre telepített kutakat, majd egyszerre állítottuk le a termelést a rétegen. Így a figyelőkutakon elhelyezett regisztráló műszerekkel erőteljes hatásokat tudtunk mérni, tehát a rétetparamétereket jó közelítéssel tudtuk megadni a további számításokhoz.

A 9. ábrán mutatjuk be az I. rétegre számított felszíni és rétegbeli védőterület határát, valamint a számított potenciálfelületet. Felszíni védőterületet értelemszerűen csak az I. rétegre kell számolni, mert a mélyebben fekvő rétegek felszíni védőterülete ezen belül van.

Jól látható, hogy a mintegy 18 000 m³/nap maximális kapacitású vízműnek igen jelentős méretű védőterülete van. Meg kell azonban jegyezni, hogy ebben az esetben is csak hidraulikai módszerekkel jelöltük ki a határokat. A fedőben, ill. a rétegben lejátszódó vegyi folya-

matokat nem vettük figyelembe, tehát a védőterület kijelölése nagy biztonsággal történt.

A védőterületek kijelöléséhez igen nagy segítséget nyújtott a megfelelően kialakított figyelőhálózat, amelynek adatai alapozták meg a hidraulikai számításokat. Ezért igen fontos, hogy a továbbiakban telepítendő vízművek esetében is megfelelő figyelőhálózatot alakítsanak ki.

A vízbázis védelme szempontjából a lakossági eredetű szennyvíz- és hulladékelhelyezés megoldása Medgyesbodzáson sürgető feladat. A község K-i széle mindössze 500 m-re van a vízmű IV-es és V-ös kútsortjától, a tervezett védőterületen belül. A vízmű védelme érdekében szükségesnek látjuk a

- szennyvíz-szikasztás megszüntetését
- csatornahálózat kiépítését
- az észlelőhálózat sűrítését egy 10 m-es figyelőkúttal a község ÉK-i végénél, amennyiben a fenti fejlesztések kivitelezésére nem lehet számítani.

A vízműtől Ny-ra, 1 km távolságban van a medgyesbodzási tsz *baromfi- és sertéstelepe*. Mindkét állattartó telep saját kúttal rendelkezik. A vízádórég közvetlen elszennyezésének megelőzése érdekében javasoljuk a kútfejkiépítés ellenőrzését, valamint a szennyvízelhelyezés felülvizsgálatát, míg a telepekről elfolyó szennyezett csapadékvíz beszívargásának megakadályozására nyárfaültetvény telepítését.

Javasoljuk a sertéstelep melletti *trágyatároló* megszüntetését és a védőterület határától min. 1 km-re új, betonozott alapú, trágyaléaknával ellátott telep kiépítését. Ezt megelőzően is meg kell akadályozni a szippantókocsok kiürítését a jelenlegi trágyatárolónál. Javasoljuk továbbá a pusztáotlakai út mentén (a II-es kútsorttól 500 m-re É-ra) elterülő, medgyesegyházai tsz kezelésében lévő *szeméttelep* megszüntetését, a terep rendezését.

Vizsgálataink szerint a medgyesbodzási tsz *műtrágya- és növényvédőszer-raktár*ai az áramlási viszonyok alapján nem esnek a vízbázis belső hidrogeológiai védőterületébe, viszont a hordalékkúp védelme itt is megköveteli egy esetleges koncentrált vízszennyezés lehetőségének kizárását. Elsősorban az ömlesztett műtrágyák miatt gondoskodni kell a műtrágyatároló területéről elfolyó tömény vizek összegyűjtéséről, a leszívargás megakadályozásáról.

Legnagyobb veszélyt a vízbázis vízminőségére a védőterületen belüli *intenzív műtrágyázással* járó növénytermesztés jelenti. A területen gazdálkodó két tsz évente átlag 135 q/ha N műtrágyát szór ki a földekre. A műtrágyázás hatása nagy mértékben függ a felszínközeli rétegek felépítésétől. A vízmű körül kiépített sekély mélységű figyelőkúthálózat alkalmas a különböző szennyezőforrások felmérésére. Korlátozó intézkedésekhez a műtrágyázás és a talajvízminőség egyidejű megfigyelése szükséges.

A Maros-hordalékkúp rétegvizeire települő vízművek eddigi üzemelési tapasztalatai alapján jelentős vízminőségváltozás a területen folyó intenzív mezőgazdasági tevékenység, a községek megoldatlan szennyvíz- és személtelhe-

lyezése ellenére még nem mutatkozott. A növekvő víztermelésekkel megváltozó áramlási viszonyok, a felszín felőli utánpótlódás megnövekedése folytán viszont fokozott figyelmet kell fordítani a talaj- és rétegvizek elszennyeződésének megelőzésére.

A vízmű védőterületekre vonatkozó fenti javaslatok megvalósítása esetén csökken, de nem szűnik meg a kommunális vagy mezőgazdasági eredetű szennyezések bejutásának lehetősége a víztartó rétegbe. A vízművek biztonságos üzemeltetéséhez tehát a továbbiakban tisztázni kell a bejutott szennyezőanyagoknak a víztartó képződményekben lejátszódó mennyiségi és minőségi változásait, ez alapján a megengedhető szennyezés mértékét a különböző földtani adottságú területeken.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Csepregi A.: A Maros-hordalékkúp felszín alatti vizeinek védelme. VITUKI témajelentés: 1985.
- [2] Deák J.—Nagy A.: A Maros-hordalékkúp rétegvizeinek hidraulikai és vízminőségi vizsgálata. VITUKI témajelentés, 1983.
- [3] Révi G.: A medgyesbodzási vízbázis réteghidraulikai és vízminőségi vizsgálata és kiértékelésük. VITUKI témajelentés, 1986.

Conservation of the subsurface water reserves of the alluvial fan of the river Maros

András Csepregi—András Nagy

The growing role the alluvial fan of the Maros plays in the water supply of the region requires from us to protect the water quality of the water bases by taking measures aimed at preventing the aquifers from being polluted.

Based on a synthesis of the geology and the hydrogeology of the alluvial fan, the computerized model of the region has been developed and the pressure and water flow patterns to be expected with growing water production have been forecast. The surface and subsurface zones of protection of the major water bases have been determined. On the basis of

the data concerning water quality and potential pollution sources, proposals have been put forward as to the restrictive measures to be taken within the hydrogeological protection zones of the waterworks and the observations required for conservation of water quality.

Der Schutz der unterirdischen Wasservorräte des Schutzkegels der Maros

András Csepregi—András Nagy

Die Rolle, die der Schutzkegel in der Wasserversorgung der Umgebung spielt, erfordert den Schutz der Wasserqualität der Wasserbasen durch Vorbeugung der Verschmutzung der Schichtenwässer.

An Hand der Bearbeitung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse des Schutzkegels wurde ein EDV-gestütztes Modell für das in der Frage stehende Gebiet erarbeitet, wobei die bei zunehmender Wassergewinnung zu erwartenden Druck- und Strömungsverhältnisse prognostiziert wurden. Die Übertags- und Untertags-Schutzzonen der grösseren Wasserspeicher wurden bestimmt. Auf Grund der Angaben über Wasserqualitätsverhältnisse und potentielle Verschmutzungsquellen wurden Vorschläge über die Einschränkungsmassnahmen innerhalb der hydrogeologischen Schutzzonen der Wasserwerke und die für den Schutz Wasserqualität im Wasserspeicher erforderlichen Beobachtungen unterbreitet.

Андраш Чепреги—Андраш Надь

Охрана запасов подземных вод конуса выносов реки Марош

В связи с все более усиливающейся ролью конуса выносов в водоснабжении данного района возникает необходимость в охране качества воды водной базы путем профилактической борьбы с загрязнением пластовых вод.

Вслед за разработками геологического строения и гидрогеологических условий конуса выносов была построена модель для ЭВМ рассматриваемой территории, причем были разработаны прогнозы условий напора и динамики подземных вод, ожидаемых с учетом возрастающих объемов разгрузки водоносных горизонтов в результате добычи воды из них. Определялись поверхностные зоны охраны крупных водных баз на земной поверхности и в недрах. На основании данных по количеству воды и по потенциальным источникам их загрязнения выдвигались предложения о необходимых мероприятиях для ограничения водозабора и о наблюдениях, необходимых для охраны качества водной базы.

A tanulmányban a felszín alatti vizek nitrátszennyeződésének folyamata, a beszivárgás során bekövetkező változások, a földtani körülmények hatása kerül bemutatásra. A szivárgási és transzportfolyamatok, valamint a természetes denitrifikáció ismeretében meghatározó a védekezés módja és a szennyezőforrások megszüntetésével vagy korlátozásával a védelem is megszervezhető.

Az emberi tevékenység hatása évezredek óta lényegeileg alig befolyásolta a felszín alatti vizek természetes minőségállapotát, mert a felszínre került szórt szennyezőanyagok elbomlottak, még mielőtt a vízadókba kerültek volna. Először az urbanizáció fejlődése során képződtek olyan tömegű szennyező — elsősorban szerves — anyagok, melyek közvetlenül, vagy lebomlási termékük útján érzékelhető mértékben szennyezték a felszín alatti, elsősorban a felszínközeli vizeket. Az urbanizáció, egyes területek túlnépesedése és az intenzív mezőgazdasági fejlődés együttes hatására a felszínközeli vizek nitrátosodása felgyorsult és térben és időben kiterjedt.

A nitráttartalom növekedése a felszín alatti vízadók felszínközeli régióiban világszerte, így Magyarországon is bekövetkezett. Kis, néhány milligramm/liter nitráttartalom természetes körülmények között is előfordul a vizekben. Egészségügyi vizsgálatok szerint 40 mg/l-nél nagyobb nitráttartalom meghatározott körülmények között káros vagy életveszélyes lehet a csecsemőkre, de egészségkárosító hatást fejt ki a gyermekekre is. Különösen nagy nitráttartalmú víz már állatok itatására sem alkalmas, vagy legalábbis egészségügyi hátrányokkal jár.

A nitrogénszennyeződés nem csak a felszín alatti, hanem a felszíni vizeknél is kimutatható, elsősorban a vízgyűjtőről való lemosódás következtében. A vízfolyások vizében a szennyeződés, így a nitrogéntartalom sem akkumulálódik tartósan és a szennyeződés megszűnésével a vízfolyás szennyezett vízének gyors eláramlásával, szennyezetlen tiszta víz utánpótlásával a vízfolyás vízének minősége megújul, megjavul.

A vízfolyás felszín alatti vízadórendszerekkel csak akkor kerülhet közvetlen kapcsolatba, ha a meder a vízadóba vágódott be. Ezen két rendszer közötti vízátadás mennyiségét ismert hidrológiai törvényszerűségek szabályozzák. Az átadásra kerülő víz minőségét a határfelületen törvényszerűen kialakuló szűrőrendszer szabályozza. A szűrőrendszerben végbemenő biokémiai és fizikokémiai mikroszűrés következtében a felszíni víz minőségétől lényegesen különböző minőségű víz kerül a felszín alatti vízadóba, a nitrit és nitráttartalom „kiszűrődése” következtében gyakorlatilag nitrogénátadás nem

következik be. Egyedül a szélsőséges ammóniaszennyeződés vagy szűrőrétegsérülés esetén fordul elő nitrogénátadás.

Mindezekből következik, hogy a nitrogénforgalom szempontjából a vízfolyások és a felszín alatti vizek egymástól jól elkülönülő önálló alrendszert alkotnak, melyekben lejátszódó folyamatok egymástól függetlenül leírhatók, jellemezhetők, esetleges érintkezésük egyszerű input-output kapcsolattal jellemezhető.

Annak ellenére, hogy a nitrogénszennyeződés a felszíni vizek használói számára is egyre több gondot okoz, mégis a legnagyobb veszélyt a felszín alatti vizek elnitrátosodása jelenti. A felszín alatti vizekben való nitrátfelhalmozódás nem egyszerű beszivárgás, hanem a felszín alatti vízháztartás folyamatához kapcsolódó szakaszos kémiai és biokémiai folyamatok összessége.

A jelenség és a folyamat leírása

A nitrogénszennyeződés megjelenése óta a vizsgálatok során egyértelmű összefüggést mutattak ki az intenzív műtrágyázás, a hígtrágyázás, a csatornázás hiánya, a széles körben elterjedt lakossági szennyvízszikkasztás, és a víz nitrogéntartalmának növekedése között.

Az emberi tevékenység következtében egyre nagyobb tömegben olyan nitrogéntartalmú anyagok kerülnek a felszínre, melyek bomlási végtermékeként NO_3 képződik.

Az NO_3 mint az $\text{NH}_4\text{—NO}_3$ oxidációs lánc végterméke, egyaránt lehet organikus és anorganikus eredetű. Az organikus anyagokban lévő fehérje rothadási és lebomlási termékeként karbamid $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, majd annak elbomlása után ammónia keletkezik. A szerves anyagok bomlása során SO_4 és Cl is szabadulhat fel, melyek különleges körülmények között, rendkívüli népsűrűség és állatállomány mellett vagy a nagy állattartó telepek hígtrágyájának a koncentrált felhasználása esetén szennyező anyagként jelentkezhetnek.

A használatos műtrágyák közül legnagyobb nitrogéntartalma az ammónium-nitrátnak (NH_4NO_3) van, melyek vízben ammónium és nitrát ionra disszociálva oldódnak és mindkét ionféleség nitrogéntartalmú. A műtrágyaként használatos anorganikus karbamid, valamint az ammónium-foszfát és -szulfát nitrogéntartalma az ammónium-nitrátnál lényegesen kisebb. Az ammónia vízben ammónium ionként oldódik, de a pH és a hőmérsékleti viszonyoktól függően szabad ammónia is előfordul.

Az ammónium-nitrit-nitrát oxidációs folyamat a kísérletek tanulsága szerint csak 15 °C fölötti hőmérsékleten kezd megindulni. Feltételezhető, hogy ez a folyamat a talajban bakteriális hatásokra kisebb hőmérsékleten is megindul. Az ammónia mindkét formájában a talajszemcsék felületén jól adszorbeálódik, ezért éppen a legintenzívebb beszívárgási időszakban kevésbé mobilis. Bármely formában kerül is a nitrogén a felszín alá, a talajzónában következik be a nitrogénhordozó vízben való oldódása vagy elkeveredése, a talajszemcsék felületén való adszorpciós tárolódása, a nitrogénhordozó oxidálódása, biológiai átalakítása is.

A talaj nem egységes homogén képződmény, hanem háromfázisú polidiszperz rendszer, amely különböző átmérőjű elemi részekből, ásványi részekből áll, amelyek mikroaggregátumokká alakulhatnak, melyekben a kapilláris pórusok jelenléte dominál. A kapilláris pórusokban általában víz található. A morzsa belsejében anaerob, redukációs folyamatok mennek végbe, míg a durvább pórusrétegben aerob, oxidatív folyamatok uralkodnak. A talajzóna olyan önálló nitrogén háztartási rendszert alkot, melyeken belül a változó folyamatok bonyolult kölcsönhatásban játszódnak le.

Terepi körülmények között a talajökoszisztéma és a növényzet tápanyagforgalmának veszteségmentes zárt rendszere — a meteorológiai és hidrológiai jelenségek térben és időben véletlenszerű létrejötte miatt — túlzott tápanyagterhelés mellett semmiképpen nem alakulhat ki. Mennél nagyobb a tápanyagvesztés, annál nagyobb a felszín alatti vizek szennyeződésének a veszélye.

Csapadékszegény időszakokban és területeken, mikor a talaj és az első víztároló közötti vízforgalom szünetel, az ökológiai rendszer tápanyagvesztése a talajban halmozódik fel, ami azonban csapadékos időszakokban kialakuló leiszívárgás során bemosódik a felszín alatti vizekbe.

A számítások és a tapasztalatok azt mutatják, hogy a nitrátszennyeződés diffúzió útján való terjedése több nagyságrenddel kisebb, mint a vízáramlás útján való tovaterjedés.

A nitrogénháztartás egyensúlyát a talaj fizikai, fizikokémiai paraméterei, a meteorológiai körülmények, a talaj ökoszisztémája, a biokémiai viszonyai, a bejutó nitrogénhordozó mennyisége és milyensége határozzák meg. A talajban lejátszódó nitrogénháztartási folyamatok, évszakos biológiai ritmus által szabályozottak, meteorológiai ritmus szerint moduláltak, tehát változó dinamikus egyensúlyban vannak.

A nitrogénháztartás egyensúlya esetén a talajban nitrogénfelesleg nem képződik, nitrogénleadás nem következik be. A dinamikus egyensúly azonban azt jelenti, hogy az egyensúly fennmaradásához szükséges nitrogén mennyisége azonos körülmények között is szélsőségesen változó, amiből következik, hogy időszakos nitrogénleadás csak tartós nitrogénszegénység mellett kerülhető el.

A talaj nitrogénháztartását, az ott lejátszódó folyamatok jellegét és eredményét a talajban

élő mikroszervezetek jelentősen befolyásolják. A mikroorganizmusok egyrészt maguk is fogyasztják a tápanyagokat, másrészt katalizálják a vegyi folyamatokat, az oxidációt és a redukciót egyaránt.

Az NPK műtrágyák önmagukban szegényes hatással vannak a talaj mikroflórájára, de komposztok, szerves trágyák használata mellett a mikroflóra-tartalom növekedhet, melyek előnyös hatása a talajból való nitrátkilúgozódás erőteljes csökkenésével igazolhatóan látszik. Általános tapasztalat, hogy a nitrátszennyeződés hatásosan csökkenthető, ha a műtrágyázást megfelelő arányban szerves trágyával kombinálják.

Oxidációs körülmények között a talajban biomassza és oxidok képződnek, a bevitt szerves anyagok is oxidáció útján bomlanak, de növelik a talaj adszorpciós kapacitását. A talajban bekövetkező szerves bomlás az oxidációs végtermékek képződésével — ha azok gyors távozása nem biztosított — eleve redukációs körülményeket teremthet, ahol az anaerob baktériumok redukáló tevékenysége alakulhat ki, de a redukációs termékek oxidációs körülmények közé kerülve újra oxidálódhatnak.

Könnyű belátni, hogy a vázolt, baktériumok által katalizált folyamatok a talajok telítetlen, időszakosan azonban telített nedvességviszonyai között rendkívül labilisak, adott helyen a folyamatok egymást ismételt felválthatják, vagy uralomra jutva kizárhatják egymást. A talaj redukációs kapacitását egyes redukáló anyagok olymértékben növelhetik, hogy felszínközeli körülmények között is a redukációs folyamat válik dominánssá.

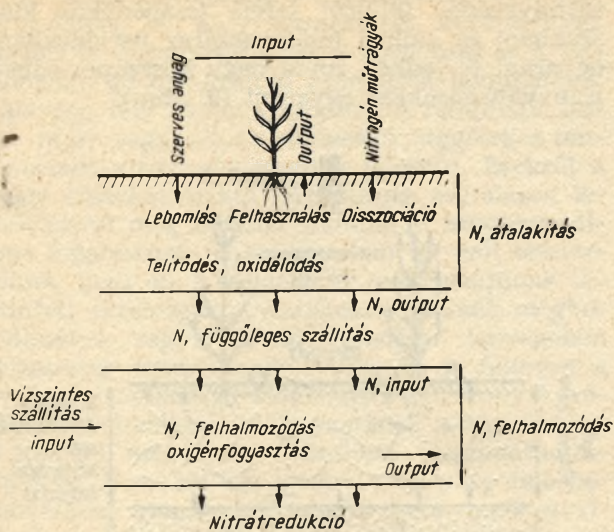
Az egyes talajok, vízádók és transzport, illetve szivárgási övezetek redox kapacitása számítható. A talajok redukációs kapacitása regenerálható, kimeríthető. Ez a magyarázata annak, hogy nyitott vízádókban a felszínközeli víztestben észlelt nitrátfelhalmozódás éveken vagy évtizedeken keresztül nem terjed tovább mélyebbre, majd váratlanul a nitrátrintruzió elindul lefelé.

A nitrogén transzportja a felszín alatt

A talaj nitrogénháztartásában képződő felesleg — legtöbbször oxidált formában — hosszabb-rövidebb tárolódás útján a telítetlen zónán keresztül öblítődik a telített övezetbe. A talaj és a felszín alatti vízádó közötti szállítási útvonalon a telítetlen zóna körülményei között a nitrogénhordozó anyag adszorpciós felületekkel érintkezve további vegyi hatásoknak van kitéve (1. ábra).

A vastag telítetlen zóna geokémiai jellegét tekintve *nyitott oxidációs rendszert* alkot (dr. R. Clamp et al. 1979 open oxidant system), melyben oxigénfelesleg van és az esetleg felhasználódó oxigén utánpótlódása korlátozott mértékben, de biztosítva van.

A telített zónában, vagyis magában a talajvízben *zárt oxidációs rendszer* van, ahol az oxigén-utánpótlódás nem biztosított és a mindig



1. sz. ábra: A nitrogénfelhalmozódás folyamata a felszín alatt

jelen lévő organikus szén (DOC) az oldott oxigént fokozatosan felemészti. Ezért a lefelé szivárgó víz oxigént már nem szállít, de redukálatlan oxidációs végtermékeket igen.

Az oxigén felhasználódása következtében kialakul az a redukációs zóna, ahol a vízzel leszivárgó oxidációs végtermékek redukciója következik be.

A felszín alá jutó nitrogénhordozó a talajban sokrétű folyamatok során transzformálódik, és csak ez a bonyolult folyamatok eredményeként feleslegessé váló nitrogén hagyja el ezt a transzformációs rendszert és mozog a talajvíz felé. Bizonyítottnak tekinthetjük, hogy a nitrogén lefelé vagy oldalirányú mozgásában sem a kémiai diszperzió, sem a mikroorganizmusok mozgási aktivitásának nincs jelentős szerepe, hanem a vízben oldott komponensek transzportja a domináns. A transzformációs zónában a biokémiai folyamatoknak, onnan kikerülve a transzportzónában a hidrológiai folyamatoknak van meghatározó jelentősége.

A nitrogéntranszport végbemehet a telítetlen zóna és a telített zóna körülményei között egyaránt. Telített körülmények között a víz mozgása során zárt oxidációs rendszerből hamar redukációs rendszerbe kerül és természetes körülmények között jelen van elegendő redukáló anyag ahhoz, hogy az NO_3 mélybe jutását megakadályozza. Ez a magyarázata annak, hogy a vízádók mély régióiban vagy mélyen fekvő vízádókban NO_3 jelenléte a legnagyobb ritkaság. Általános, illetve gyakori jelenség viszont az N_2 oldott állapotban való jelenléte.

Bármely eredetű tartós nitrogén-túlterhelés következtében a természetes denitrifikáló kapacitás a redukálószer elfogyásával kimerül és a nitrát mélyebb vízádókba is eljut.

A lefelé szivárgás során az első nitrogén illetve nitrát akkumuláció a vízádó felső részében következik be, és az így kialakuló akkumulációs övezet nitrát koncentrációja stabilizálód-

hat, ha a talajból lejutó nitrát input oldalirányú vízáramlással elszállítódik.

A telítetlen zóna körülményei között, ahol a hézagokat részben víz, részben levegő tölti ki, egyértelmű nyitott oxidációs öv alakul ki és annak ellenére, hogy a leszivárgási ciklusoknak megfelelően időszakos telítettség is bekövetkezik, ebben az övezetben mindig oxigénfelesleg van és oxidáció folyik.

A talajvíztükör fölött kialakuló átmeneti kapillaris öv felső szakaszában a nyílt kapillaris övben a szűkebb hézagokban a kapillaritás fenntartja a vizet és a hézagok vízzel teljesen telítve vannak. A tágabb pórusokban a kapillaris emelkedés gyengébb, így azok vízzel telítetlenek. Ebben az átmeneti övben a nyitott és a zárt oxidációs rendszer együtt található. Az átmeneti öv a beszivárgás és a vízszintingadozás dinamikájának megfelelően meghatározott szintben oszcillál, ezért a transzportzóna ezen speciális szakaszában is az oxidáció dominál.

Az átmeneti öv a gravitációs zónára támaszkodik, ahol a teljes hézagterfogatot kitölti a víz, amely annál mobilisabb, mennél nagyobb az a hányada, melynek viselkedését a tapadó feszültség nem köti és egyedül gravitációs hatásra mozog.

Egészen finom szemcsés képződményeknél, iszapoknál, löszöknél, sőt a krétaképződményeknél a gravitációs vízmozgás kicsi, ezért a beszivárgás és vele a nitrát mélybejutása rendkívül lassú, éppen ezért részletes vizsgálatokkal jól követhető folyamat. Elsősorban az ilyen esetekben van nagy szerepe a gyökérjáratoknak, ürgelyukaknak vagy időszakos száradási repedéseknek, melyeken keresztül a szennyezett víz gyorsan bejut a vízádába, ezért előfordul, hogy a nitrátfelhalmozódás a vízádában ott is észlelhető, ahol a vizsgálatok szerint a leszivárgás üteme olyan lassú (20–30 év), hogy a szennyeződés hatása egyszerű leszivárgással már nem érhetne volna el a vízádot.

Természetes körülmények között a vízádókban az oldalirányú vízmozgás nem jelentős (kivéve a karsztos üregekben folyó áramlást), ezért a beszivárgott szennyeződés lassan terjed és viszonylag gyorsan akkumulálódik. Víztelítés következtében az áramlás a termelő létesítmény irányába felgyorsul és a szennyeződés gyorsan elérheti a termelőhelyet. Gyakori eset, hogy egy vízműtelepítést megelőző vizsgálat alapján nitrátszegény vízádóra telepített vízmű kútjai a termelés megindulását követően gyors ütemben elnitrátosodnak, mert a megváltozott vízáramlás a szennyezett háttérből szállít vizet.

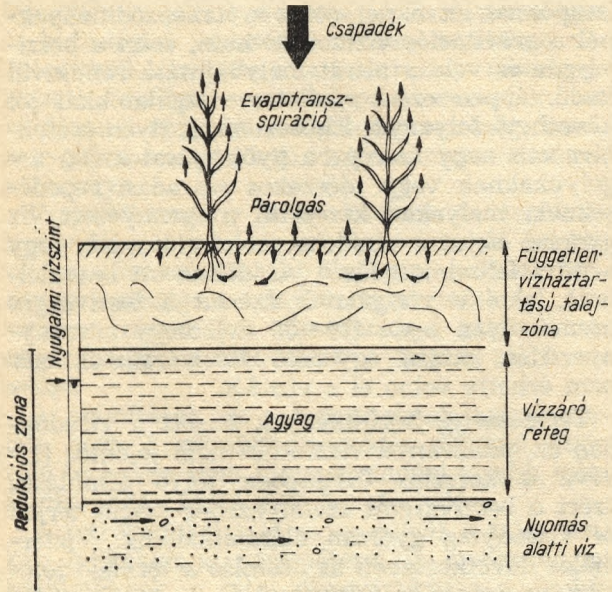
Hidrogeológiai modellek

Szilárd halmazállapotú szennyező anyagok, így a műtrágyák is csak akkor jelentenek veszélyt a felszín alatti vizekre, ha mobilizálódnak, oldódás útján bekerülnek a hidrológiai körfolyamatba. Mindezekből következik, hogy az oldékonyság csökkentésével a mélybeszivárgás mérsékelhető.

A már oldott anyagok mélybekerülése szempontjából a talajzóna vízforgalma meghatározó. Ismeretes, hogy különösen a tenyészidőszakban a kismennyiségű, néhány milliméteres csapadékú száraz periódusok után, néhány 10 milliméteres csapadék vize sem jut túl a talajzónán, ezért ilyenkor a talajba juttatott nitrogéntöbbség a talajzónában tárolódik és nem jut el a felszín alatti vízadóba.

A talaj vízforgalmát
— a meteorológiai körülmények
— a talaj fizikai és biokémiai tulajdonságai
— és a felszín alatti vizekkel való kapcsolat körülményei határozzák meg.

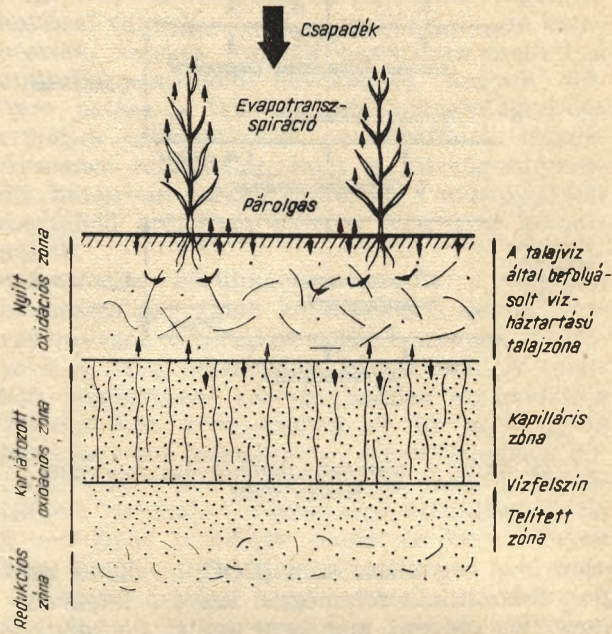
A talaj és a felszín alatti vízadók közötti kapcsolat jellege határozza meg a víz mélység felé való leszivárgásának a körülményeit. Teljesen nyilvánvaló, hogy ha a talaj és a felszín alatti vízadó között vastag szigetelő, vízzáró réteg helyezkedik el, amely megakadályozza a szállításba vehető függőleges vízforgalom kialakulását, akkor a vízadó közvetlenül függőleges beszivárgással való mindennemű szennyeződéstől védett. Az ilyen talajok vízháztartása a felszín alatti vizektől teljesen független. Ezek a *független vízháztartású hidrogeológiai alaptípust* képviselik (2. ábra).



2. sz. ábra. Független vízháztartású talajok

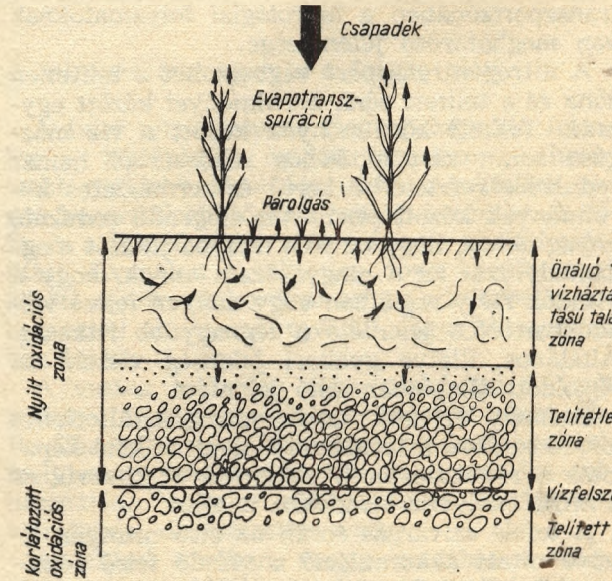
Az ilyen helyzetnek éppen ellentéte az, amikor a talajzóna alatt a talajvíz úgy helyezkedik el, hogy a kapilláris emelkedés következtében közvetlen kapcsolat alakul ki a vízadóval. Ilyen esetben száraz időszakban a talajzóna vízfogyasztása az evaporációs és evapotranszpirációs vízvesztés, alulról a vízadóból kapilláris úton pótlódik, csapadékos időszakban pedig függőleges beszivárgás útján a vízadó töltődik. Az ilyen talajok vízháztartása felszín alatti vizekkel erőteljesen befolyásolt, ezért a *felszín alatti vizekkel befolyásolt vízháztartású talajok* hidrogeológiai alaptípusát képviselik. A két övezet szoros hidraulikai kapcsolata következtében a

szennyeződés felülről lefelé (csapadékos időszakban) és alulról felfelé (száraz periódusban) egyaránt terjedhet, rövid vagy hosszúperiódusú irányváltozásokkal egyaránt (3. ábra).



3. sz. ábra. A talajvíz által befolyásolt vízháztartású talajok

A vízforgalom, ezzel együtt a szennyezőanyagforgalom teljesen egyirányúvá válik akkor, ha a talajzóna és a vízadó olyan távol kerül egymástól, hogy köztük sem érintkezési, sem kapilláris kapcsolat nem alakul ki és a közbülső övezet áteresztőképessége lehetővé teszi a két zóna közötti függőleges vízmozgást. Az ilyen helyzetű talajok vízháztartása a felszín alatti vízadók által nem befolyásolt, *önálló, vízfelesleget* azonban a vízadó felé leadni képes. Ezt a helyzetet szintén hidrogeológiai alaptípusnak tekintjük (4. ábra).



4. sz. ábra. Önálló vízháztartású talajok

A vázolt folyamatok a felszínközeli régiókban játszódhatnak le, ahol természetes körülmények között is viszonylag gyors a vízmozgás és a vízadókban az oldalirányú áramlások dominálnak. Mélység felé haladva azonban a rendkívül lassú m/év vagy dm/év sebességű függőleges tendenciájú vízmozgás szerepe jelentős. Ezekről a nagy régiókat érintő természetes áramlások lefolyásáról még keveset tudunk. A küszöbgradiens fogalmának az ismeretében fel kell tételeznünk, hogy ez a függőleges tendenciájúnak tekintett vízmozgás a vízrekesztő lencsék megkekulásával, vagyis cikcakkvonalban, lényegében vízszintes lépcsőzéssel zajlik. Ez a feltevés a mélységi nyomás és hőmérsékleti viszonyok között a konszolidáció folyamatának a figyelembevételével még nem tekinthető megingathatatlannak. Nem kellően ismert a mélység felé bekövetkező ioncserével jellemezhető minőségváltozások lefolyása sem. Mai ismereteink alapján úgy tudjuk, hogy a nitrát mélybejutásának gátat szabó redukciós zóna viszonylag kis mélységben 20–30 m-re a felszín alatt helyezkedik el (hazai törmelékes vízadókban), ezért ezen régió denitrifikációs kapacitásának felemésztődése valószínű utat nyit a nitrát mélybejutásának. Nincs bizonyítékunk rá, de a vízminőség függőleges változási tendenciájának az ismeretében a második akadályt a kalcium és nátrium ioncserélődés övezete kell, hogy jelentse. Ha ez a feltevés igaz, akkor intenzív víztermelés mellett hosszú távon az egész negyedkori vízadóösszetétel veszélyeztetett lehet, ami csak aláhúzza a védekezés, a megelőzés szükségességét és fontosságát.

Hazai vízadók veszélyeztetettsége

A múlt században Magyarország területét a felszíni vizek bősége jellemezte, a mélyebb fekvésű területeket időszakos, vagy tartós vízelöntések, mocsarak, lápok borították, domb- és hegyvidéki területeinken pedig elegendő forrás és kis vízfolyás állt rendelkezésre a lakosság vízszükségletének kielégítésére. A folyószabályozásokat és lecsapolásokat követően a mélyfekvésű helyek vizei a felszín alá húzódtak vissza, ami jelentős területeken együtt járt a sótartalom növekedésével és egyes kedvezőtlen komponensek dúsulásával. Az alföldi települések többségében az ásott kutak vize nagy sótartalmú volt, a vas, a szulfát, valamint a szerves bomlásból származó egyéb komponensek rontották a víz minőségét. A települések alatt a trágyadombok és árnyékszékék leszivárgó szennyeződésének következtében fokozatosan terjedő lokális nitrátfeldúsulás következett be.

Az ásott kutak bakteriálisan szennyezett, kellemetlen ízű, egészségügyileg kedvezőtlen hatású vízének a kiváltására, a lakosság egészséges ivóvízzel való ellátására indult meg a múlt században az artézi kútúrás. A kútúrás kezdeti lassú terjedését robbanásszerű kútúrásai tevékenység követte, s néhány évtized alatt több mint 60 000 fúrt kút építésére került sor. A kútúrásai tevékenység erőteljes növekedése

is bizonyítja, hogy a talajvízre mélyített százazres nagyságrendű ásott kútjaink vízének minősége már a múlt században sem felelt meg az akkori szerényebb igényeknek sem.

Kedvező földtani adottságaink következtében alföldjeinken az első felszínközeli — általában rossz minőségű vizet adó — horizont alatt kedvező vegyi összetételű vizek helyezkednek el. A nagy folyóinkat kísérő kavicsos alluviumokban, a mai és egykori törmelékkúpokban pedig különösen előnyös víztermelési lehetőségeket ismertek fel. A kútúrás program kezdetén a kutatokat a mélyebb, csak közvetett felszíni kapcsolattal rendelkező tipikus artézi vízadókra képezték ki, majd a közműves vízellátás elterjedésével a nagy vízhozamokat biztosító, viszonylag kis költséggel mélyíthető sekélyebb vízadók megcsapolására került sor és már az elmúlt század végén kezdtek kedvelté válni a partiszűrészű alluviumok. A víztermelés számára kedvező partiszűrészre alkalmas törmelékkúpok és kavicsmezők többsége teljesen nyitott, a függőleges szivárgás útján bejutó szennyeződéssel szemben védtelen.

A nitrátszennyezettség főleg az első vízadó felszínközeli régiók vizeire jellemző, a 30–40 mg/l vagy ennél nagyobb mértékű nitrátos szennyeződés 50 m mélységig mutatható ki, az ennél nagyobb mélységből jelzett szórványos szennyeződések másodlagosnak bizonyultak.

A felszínközeli vízadók vize közvetlenül vagy közvetve a beszivárgó szennyeződéssel szemben védtelen. A természetes földtani védeltséget biztosító feltételek hiánya következtében, valamint a vízművek közelében lévő szennyezőforrások miatt a közüzemi vízműveink mintegy 30%-át veszélyezteti a nitrátosodás.

A mélyebb régiók vizeire telepített vízművek a közvetlen szennyeződéstől egyelőre védettek.

A felszín alatti vízkészleteink kitermelhető készletei közül csak a teljes hozamkészlet 42,5%-át kitevő rétegvizek tekinthetők védettnek. A legkedvezőbb kitermelési lehetőséget kínáló partiszűrészű hozamkészletek, melyek az összes készletek 46,5%-át képviselik, természetes körülményeik következtében a nitrátszennyeződéssel szemben védtelenek, ami annál veszélyesebb, mivel ezek a főváros és más nagyvárosok vízműbázisát alkotják. Elsőrendű ivóvizet szolgáltató karsztvizeink (9,2%) szintén védtelenek, és ezek eddig a kiterjedt erdőterületeknek köszönhetően nem szennyeződtek el.

A nitrátszennyeződés okai külföldi és hazai vizsgálatok alapján kellőképpen ismertek. A szennyeződés egyik jelentős hányada szerves eredetű és a vezetékes ivóvízzel ellátott, csatornázatlan települések kommunális szennyvizeinek szabálytalan elszikkasztásából származik. Partiszűrészű kitermelési lehetőségeink veszélyeztetésében a folyók menti csatornázatlan üdülőterületek vízadóba közvetlenül behelyezett szikkasztói játszanak jelentős szerepet. Veszélyeztetést okoz minden olyan tömeges folyókony fekália- vagy más szervesanyag-felhalmozás, melyek közvetlenül vagy közvetve a vízadóba kerülhetnek.

Világszerte bizonyítást nyert az intenzív, szakszerűtlen műtrágyázás és a regionális nitrátszennyeződés szoros összefüggése. A műtrágyázás során a talajba juttatott, a növényzet által fel nem használt műtrágyák nitrogéntartalma eredeti formájában, vagy többé-kevésbé nitráttá oxidálódva, előbb-utóbb a felszínközeli vízáradóba jut, ahol oxidációs végtermékről lévén szó, megfelelő redukciós kapacitás hiányában, vagy ennek kimerülésével fokozatosan felhalmozódik. Így alakul ki az az állapot, hogy az évenkénti néhány milligramm/liternyi szennyeződés egy-két évtized alatt kritikus koncentrációra szaporodik fel.

A szikkasztók útján felszín alá jutó szennyeződés pontszerűen jut ugyan a vízáradóba, a szennyezőgócok sokasága azonban mégis regionális szennyeződés okozója lehet.

A mezőgazdaság a termeléstecnológiai folyamatban használja a nitrogéntartalmú műtrágyákat, melyek nem pontszerűen, hanem diffúz módon, nagy felületen szétszórva kerülnek a talajra, ahonnan a tápanyagvesztesség függőlegesen szivárgás útján juthat a felszínközeli vízáradóba.

Természetes vízkészleteink nitrátszennyeződés elleni védelme csak térségi védelem biztosítása mellett lehet hatékony és ki kell, hogy terjedjen nemcsak a jelenlegi, hanem a tartalék vízbázisok területének a védelmére. Tekintettel arra, hogy viszonylag kis nitrátszennyeződések évek vagy évtizedek alatt veszélyes mértékű nitrátfelhalmozódáshoz vezethetnek, ezért a térségi védelem biztosítása sok új jogi és gazdasági ellentmondás megoldása útján lehetséges.

A már elnitrátosodott vizek nitráttartalmának csökkentésére vonatkozó technológiák kidolgozására világszerte folynak kísérletek. Az ioncserélő gyanta használatával végrehajtott nitráttalanításra már hazai technológiák is sikeres kipróbálásra kerültek, ezek a technológiák azonban egyelőre tömegtermelésre nem alkalmasak. 15—20 000 m³/nap víztermelés nitrát-csökkentésére japán és francia cégek már dolgoztak ki baktériumos technológiákat, és üzemeltetnek nitráttalanító műveket.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Alföldi L., and B. Pap, 1976. The problems of environmental protection for subsurface waters in Hungary. Budapest Research Institute for Water Resources Development VITUKI, 1976.
- [2] Alföldi L., 1981. Hydrogeological aspects of groundwater nitrification. HASA report.
- [3] Alföldi L., Movement and Interaction of Nitrates and Pesticides in the Vegetation Cover-Soil Groundwater-Rock System Environ Geol 5, No. 1, pp 19—25.

- [4] Champ, D. R., Gulens, and R. E. Jackson, 1979. Oxidation-reduction sequences in groundwater flow systems. Canad. J. Earth Sci. V. 1., 12—23.
- [5] Golubev, G. N., 1980. Environmental effects of agriculture. IIASA news report no. 3.
- [6] Kovács, G., 1971. Seepage through unsaturated porous media. 14th IAHR Congress, Paris.
- [7] Literathy, P., and G. G. Pintér, 1979. The influence of river quality on the quality of bank-filtered water. Proceedings of the Canberra Symposium, December, 1979. IAHS—AISH publ. no. 128.
- [8] Thorstensen, D. C. 1970. Equilibrium distribution of small organic molecules in natural waters. Geochem. Cosmochim. Acta, V. p. 745—770.
- [9] Turner, F. T., and Patrick, W. H. Jr., 1968. Chemical changes in waterlogged soils as a result of oxygen depletion. Transcript of the 9th International Congress of Soil Science, New York American Elsevier, V. 4, p. 53—65.
- [10] OMFB.: Felszín alatti vizek nitrátosodása és a védekezés módjai. Elemző tanulmány, Budapest, 1984. 9—8303-Et.

Dr. László Alföldi

Groundwater nitrification

The process of pollution of subsurface water with nitrates, the changes taking place in the course of infiltration and the influence of the geological setting are discussed. If the infiltration and transportation processes and the natural denitrification are known, the means of protection can be determined and, by elimination or reduction of the sources of pollution, the facilities of conservation can be organized, too.

Dr. László Alföldi

Nitrifikation unterirdischer Wässer

Im Aufsatz werden der Vorgang der Verschmutzung unterirdischer Wässer mit Nitratverbindungen, die im Laufe der Versickerung erfolgenden Veränderungen und der Einfluss der geologischen Verhältnisse dargestellt. In Kenntnis der Infiltrations- und Transportvorgänge sowie der natürlichen Denitrifikation lässt sich die Art und Weise der Schutzmassnahmen bestimmen und durch Einschränkung der Verschmutzungsquellen oder ihre Beseitigung kann auch der Qualitätsschutz organisiert werden.

Д-р Ласло Альфёльди

О нитрификации подземных вод

Рассматриваются процесс загрязнения подземных вод нитратами, изменения, происходящие в процессе инфильтрации поверхностных вод и влияние геологических условий среды. При знании процессов инфильтрации и транспорта, а также естественной денитрификации можно определить способ борьбы с загрязнением, а устранением источников загрязнений или ограничением их можно организовать и охрану.

A beszivárgás folyamatának vizsgálata karsztos területen

A tanulmány rámutat arra, hogy a karsztos beszivárgást számos tényező, így a terület földtani felépítése, a karszt vertikális áteresztőképessége, a morfológiai viszonyok (víznyelők jelenléte), a növényborítottsága befolyásolja, azonos meteorológiai körülmények között is. A szerző elemzi a csapadék, az evapotranszspiráció és a talaj nedvességtartalmának hatását a beszivárgásra.

A szerző által kidolgozott és a karsztos beszivárgást leíró elméleti modell, kétnapos időlépcsőkre oldja meg az

$$ET = f(PE, W)$$

$$W = f(C, B, ET)$$

$$B = f(W, C, k(1), k(2)).$$

egyenleteket, ahol ET = a tényleges evapotranszspiráció, PE = potenciális evapotranszspiráció, W = a talaj nedvességtartalma, C = a csapadék, $K(1)$ = a talaj és $K(2)$ = a karszt szivárgási tényezője.

A bemutatott 1–6. ábrán a csapadék mennyisége és eloszlása azonos, a lehetséges beszivárgás mégis egy nagyságrendben változott. Az elméleti modell rámutatott arra, hogy a talajkiszáradáskor keletkezett zsugorodási repedéseken át — azok elzáródásáig — a beszivárgás lehetséges. A karszton kialakuló lápok pedig nem minden esetben a karsztvíz szintjét jelzik.

A szerző véleménye szerint a beszivárgás-számítási módszerek „jósa” arányban áll valóságtartalmuk mennyiségével és minőségével.

1. Bevezetés

A hegyvidéki területek beszivárgásának tanulmányozása több mint 80 éves múltra tekint vissza. Az elképzelés, melyre *Maillet* (1905) a számítását alapozta az a feltételezés volt, hogy a karsztos területekre lehulló csapadék beszivárgó része a hegylábánál fakadó forrásokban, egy éven belül megjelenik. Ily módon egy adott felszíni, vízgyűjtő terület (F) forrásainak összes vízhozama meghatározható az F felületre hulló, évi összes csapadékból (C), vagyis

$$Q = n \cdot C \cdot F \quad (1)$$

ahol n a vízgyűjtő terület felszínétől függő redukciós tényező.

Érdekes módon ez a feltételezés képezte, több mint fél évszázadon át, a karsztos beszivárgás-számítás alapját. Változást abban lehetett találni, hogy a redukciós tényezőt nem a felszíntől, hanem a forráshozamok és a csapadék havonkénti eloszlásától tették függővé. A hozam és a csapadék arányát beszivárgási százaléknak nevezték (*Kessler* 1954).

A hatvanas évektől kezdve kísérelték meg a karsztos beszivárgás számítását függetleníteni a forráshozamoktól. A számítások figyelembe vették:

- a barlangi csepegésméréseket és a csapadékot (*Böcker, Lénárt, Maucha*),
- a területi vízmérlegeket (*Schmieder, Láng, Maucha, Böcker, Juhász*),

- a kísérleti mérések eredményeit (*Böcker, Maucha*),
- a potenciális evapotranszspirációt (*Csepregi, Lorberer, Maucha*),
- a függőleges vízforgalmat (*Böcker, Juhász, Major, Székely*).

A különböző megközelítésen alapuló módszereket összehasonlítva, azonos meteorológiai évre és azonos területre vonatkoztatva, igen jelentős eltéréseket tapasztalunk a számított beszivárgás értékeiben.

Tekintettel arra, hogy a karsztvízrendszerek a csapadékból évenként utánpótlódnak, vízgazdálkodási szempontból feltétlenül szükséges a beszivárgás mennyiségi ismerete, ehhez viszont elengedhetetlen a természeti körülmények valósághoz közelálló megközelítése és az ezen alapuló számítási rendszer kidolgozása.

2. A karsztvíz utánpótlódását befolyásoló tényezők

A karsztvíz, amint ezt már említettük, a csapadékból, bizonyos körülmények között, állandó utánpótlódást kap. Ennek lehetőségét — eltekintve most magától a csapadéktól — az alábbiak határozzák meg:

- a terület földtani felépítése döntő jelentőségű az utánpótlódás, a beszivárgás nézőpontjából. Ezt tekintve lehetséges;
 - nyílt, karsztos felszín,
 - talajtakaróval borított, karsztos felszín,
 - kisáteresztő-képességű és kis vastagságú kőzetekkel fedett karszt,
 - vízzáró kőzetekkel fedett karszt.

Ez utóbbi esetben a vertikális beszivárgás kizárt. A másik három esetben a beszivárgás lehetséges, azonban ennek fizikai folyamata merőben eltérő az egyes csoportokon belül. Mindhárom esetben van azonban egy közös tényező, melynek határozott szerepe van a karsztvíz szintjét elérő beszivárgás hozamának és időkézésének kialakításában és ez a kőzet vertikális áteresztőképessége, mely a repedésméretektől függvénye.

Korábban kimutattuk, hogy a karszton belül a lehetséges repedéstartomány hét nagyságrendben belül változhat. Ha d = repedésszélesség, akkor:

$$10^{-6} \leq d \text{ (m)} \leq 10 \quad (2)$$

A karsztos kőzet vertikális áteresztőképességének számításához — minden kritika nélkül — fogadjuk el, hogy a valóságos repedésrendszer egy triortogonális repedéshálózattal helyettesíthető.

Ez esetben két, függőleges repedésrendszer van, melyek áteresztőképessége

$$k = 0.7 \cdot A \frac{1}{\Delta V} d^3 \quad (3)$$

ahol A = a rések hidraulikai ellenállására jellemző szám, Δ = a rések egymástól való távolsága, v = a kinematikai viszkozitás és d = a résméret.

A (3) egyenletből azt kapjuk, hogy

Csoport	d tartomány (m)	vertikális szivárgás (m/s)
1.	$10^{-5} - 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-7}$
2.	$10^{-4} - 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-4}$
3.	$10^{-3} - 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-2}$

A fentiekből arra a következtetésre jutunk, hogy a 2. és 3. csoportba tartozó repedéstartományokból álló karsztrendszer — amennyiben más korlátozó tényező nem lenne — képes volna a felületére lehulló teljes csapadék elnyelésére.

Az 1. és 2. csoportban a kis szivárgási tényezők miatt a beszivárgás felszíni megindulása és hatásának érzékelése (pl. vízszintemelkedés) között jelentős időkülönbség is lehet. Ez az időkézés a mikrorepedések esetében akár már folyamatos beszivárgásként is számításba vehető.

Az esetben, ha a karszt talajjal, vagy kisát-eresztő-képességű kőzettel borított, akkor a beszivárgás mennyisége függ a fedőközet és a karszt szivárgási tényezőjének arányától. Ha $k(1)$ = a fedő- és $K(2)$ = a karsztos kőzet át-eresztőképessége, akkor;

$$k(1) < k(2) \quad (4)$$

ez esetben a karsztos kőzet csak annyi vizet tud elnyelni, amennyit a fedőközet — szivárgási sajátosságai alapján képes átengedni.

b) A terület morfológiája is erősen befolyásolhatja az utánpótlódás lehetőségét. Ha ugyanis a területen koncentrált vízelnyelésre alkalmas helyek vannak, ilyenek a víznyelők (a hozzájuk tartozó felszíni vízgyűjtőkkel), melyek csőszzerű járatrendszerekkel közvetlen kapcsolatban vannak a forrásokkal, akkor a beszivárgástól meg kell különböztetnünk az ún. „felszín alatti átfolyást”. Ez utóbbinak nevezzük a nagy vízjáratokon koncentráltan és rövid idő alatt a karsztvízszinthez, vagy a forrásokhoz lefutó vizet, mely a források vízhozamában, vagy a tárolt készletben hirtelen változásokat okoz. Ez a jelenség a hóolvadásokat, vagy a nagy intenzitású csapadékokat követően tanulmányozható és kimérhető.

c) A növényzet a fedett karsztok esetében játszik meghatározó szerepet a karsztos beszivárgás alakításában, hiszen a talaj és a növényzet együttes evapotranszpirációja jelentős csapadékmennyiséget von el.

Az a)–c) tényezőket területenként, gondosan kell mérlegelnünk akkor, amikor a karsztvízrendszer utánpótlódását számításba kívánjuk venni.

3. Beszivárgás talaj- és növénytakaróval borított karszton

Előjáróban meghatározzuk, hogy mit értünk a karsztos beszivárgás fogalma alatt — eltekintve a karsztos átfolyástól. A karsztos beszivárgás — értelmezésünk szerint a csapadéknak a talajfelszín alá bejutó részéből az a vízmenyiség, mely eléri a karsztvízszintet, azaz a karsztvízkészletet táplálja.

3.1. A csapadék

Vizsgálatainknál induljunk ki először a csapadék mennyiségének elemzéséből. A csapadékot, mint általában hiba nélküli bevételi forrást kezeljük a karsztvízháztartás tanulmányozása során.

Tapasztalunk kell azonban azt is, hogy a referenciaszinten mért csapadék mennyisége — sem erdős, sem más növényvel borított területen — nem azonos a felszínre elérő mennyiséggel.

Hivatkozunk itt Szász Gábor vizsgálatára, aki szerint a csapadék felszínre elérő mennyisége.

$$\begin{aligned} \text{esőnél:} \quad C_f &= C_r + 0,05 + 0,0752 C_r \quad (5) \\ \text{hónál:} \quad C_f &= C_r + 1,16 + 0,1092 C_r \end{aligned}$$

ahol C_f = csapadék a felszínen, C_r = csapadék a referenciaszinten. Szász G. szerint „a felszínre érkező effektív csapadék évi összege — a hóhullások figyelembevételével — mintegy 50–55 mm-rel haladja meg a referenciaszinten mért évi összeget”.

Továbbá figyelembe kell venni — különösen az evapotranszpiráció számításánál — a felszín közelében képződő csapadék nagyságát is, melynek forrásai:

- a légköri vízgőzkészlet,
- a talaj belső teréből származó és
- az alsó talajrétegekből diffundáló vízgőz.

A felszín közelében képződő vízmennyiség évi átlagos összege — Szász szerint — elérheti, helyenként meg is haladhatja a 100 mm-t, „amelynek elhanyagolása nem nyújt lehetőséget a vízmérleg keretében mozgó vízmennyiség pontos megállapítására”.

Látható tehát, hogy a beszivárgás-számításainknál alapul vett csapadék mennyiségében is lehet 20–30%-nyi bizonytalanság, amely eleve terheli minden számítási eljárás végeredményét.

3.2. Az evapotranszpiráció és a talaj nedvességtartalma

A területi párolgásra kidolgozott módszerek (Antal—Kozmáné) a tényleges evapotranszpirációt (ET) a potenciális evapotranszpirációból (PE), a talaj nedvességtartalmából (w) és a növényzet gyökérzónájára vonatkozó jellemzőből (b) számítják az adott hónapra.

$$ET = \frac{w + b}{1 + b} w PE \quad (6)$$

Az evapotranszspiráció szempontjából tehát döntő, hogy a talaj rendelkezik-e olyan vízkészlettel, melyből az ET kielégíthető. Azaz, ha a talaj nedvességtartalma eléri az ún. „holt víztartalmat”, akkor az evapotranszspiráció megszűnik.

Legyen pl. egy adott talaj holt víztartalma 35%, akkor a maximálisan felhasználható vízkészlet:

$$W_{max} = 0,65 \cdot m \cdot n_0 \quad (7)$$

ahol m = talajvastagság, n_0 = gravitációs húzagtérfogat.

A ténylegesen felhasználható vízkészlet

$$W_T = W_i - 0,35 \cdot m \cdot n_0$$

ahol W_i = i -edik időpontban a talaj nedvességtartalma.

A W_T / W_{max} arány pedig azt mondja meg, hogy az adott i időpontban a ténylegesen felhasználható vízkészlet hányadrésze a maximálisan felhasználhatónak.

Ezek a fejtegetések a karsztos beszivárgás szempontjából döntőek, hiszen olyan tényezőkről van szó, melyek a beszivárgás mennyiségét szinte meghatározzák.

3.3. A karsztos beszivárgás elméleti modellje

Ebben a pontban röviden ismertetjük azt a modellt, melyet a karsztos beszivárgás számítására, a különböző tényezők hatásának tanulmányozására hoztunk létre. Nem foglalkozunk itt a felszín alatti átfolyás kérdésével.

A modell az alábbi peremfeltételeket elégíti ki:

- a felszín dőlése 10°-nál kisebb,
- ismert a talaj induló nedvességtartalma,
- a talajvastagság kisebb egy méternél,
- ismert a talaj és a karszt k tényezője,
- a növényzet vegyes (erdő és mező),
- a csapadék mennyisége a referenciaszinten mérve,
- ismert a csapadékból a hó formájában lehulló mennyiség, az olvadás kezdeti és befejező dátuma,
- éven belül átlagos hőmérsékleteloszlást tételezünk fel, ezért a PE-t hőmérséklet-korrekciókkal nem számítjuk át,
- a modell kétnapos időlépcsőkkel számol.

A matematikai modell az alábbi egyenlet-rendszert oldja meg minden egyes időlépcsőre:

$$ET = f(PE, w) \quad (9)$$

$$W = f(C, B, ET) \quad (10)$$

$$B = f(w, C, K(1), K(2)) \quad (11)$$

ahol ET = tényleges evapotranszspiráció, PE = potenciális evapotranszspiráció, C = a referenciaszinten mért csapadék, W = a talaj relatív nedvességtartalma, $K(1)$ = a talaj szivárgási tényezője, $K(2)$ a karszt szivárgási tényezője.

A modell segítségével vizsgálható változatok száma szinte korlátlan. A továbbiakban néhány, kiválasztott esetet mutatunk be és ezeket elemezzük.

1. eset (lásd 1. ábra).

A talajvastagság 35 cm, az induló relatív nedvességtartalom 35%, $k(1) = k(2)$, csapadék 624 mm, ebből hó 84 mm, az olvadás kezdete márc. 12., befejezése márc. 27.

Az ábrán nyomkövethetjük mind a talajnedvesség, mind a tényleges evapotranszspiráció változását.

A csapadék éven belüli kedvező eloszlásának hatására július közepéig a talajnedvesség lehetővé teszi a kielégítő ET-t, attól rohamosan csökken a W értéke.

Augusztustól szeptember végéig időnként a talaj víztartalma a holt víztartalom alá esik. Sőt, megjelennek a zsugorodási repedések. *A szórványosan leeső csapadék a zsugorodási repedéseken át bejut a karsztba, van beszivárgás!* egészen addig, amíg a nedvességtartalom növekedésével ezek össze nem záródnak.

A beszivárgó vízmennyiség 231 mm (37%).

2. eset (2. ábra).

A feltételek azonosak az 1. esettel, kivéve az induló relatív nedvességtartalmat, mely 89%.

Látható, hogy a nagy kezdeti W a beszivárgásra van kedvező kihatással. Ellentétben az 1. ábrával, ahol a beszivárgás csak április elején indul meg, itt a beszivárgás követi az olvadást.

Megtaláljuk itt is a nyár végi, ősz eleji zsugorodási repedéseken át történő beszivárgást.

A beszivárgó vízmennyiség 311 mm (49%).

3. eset (3. ábra).

Az első esethez képest annyi a változás, hogy a $k(2)/k(1)$ arány 6%, azaz a karszt igen rossz vízvezető.

Azt tapasztaljuk, hogy a talajnedvesség rohamosan emelkedik. A talaj április elején telítetté válik és július elejéig lápos, tocsogós terület alakul ki. Ez igen kedvező az evapotranszspiráció részére. A beszivárgás szinte elhanyagolható, 27 mm (4%).

Ez az eset rámutat arra, hogy nem minden karsztláp jelzi egyben a karsztvíz szintjét is!

4. eset (4. ábra).

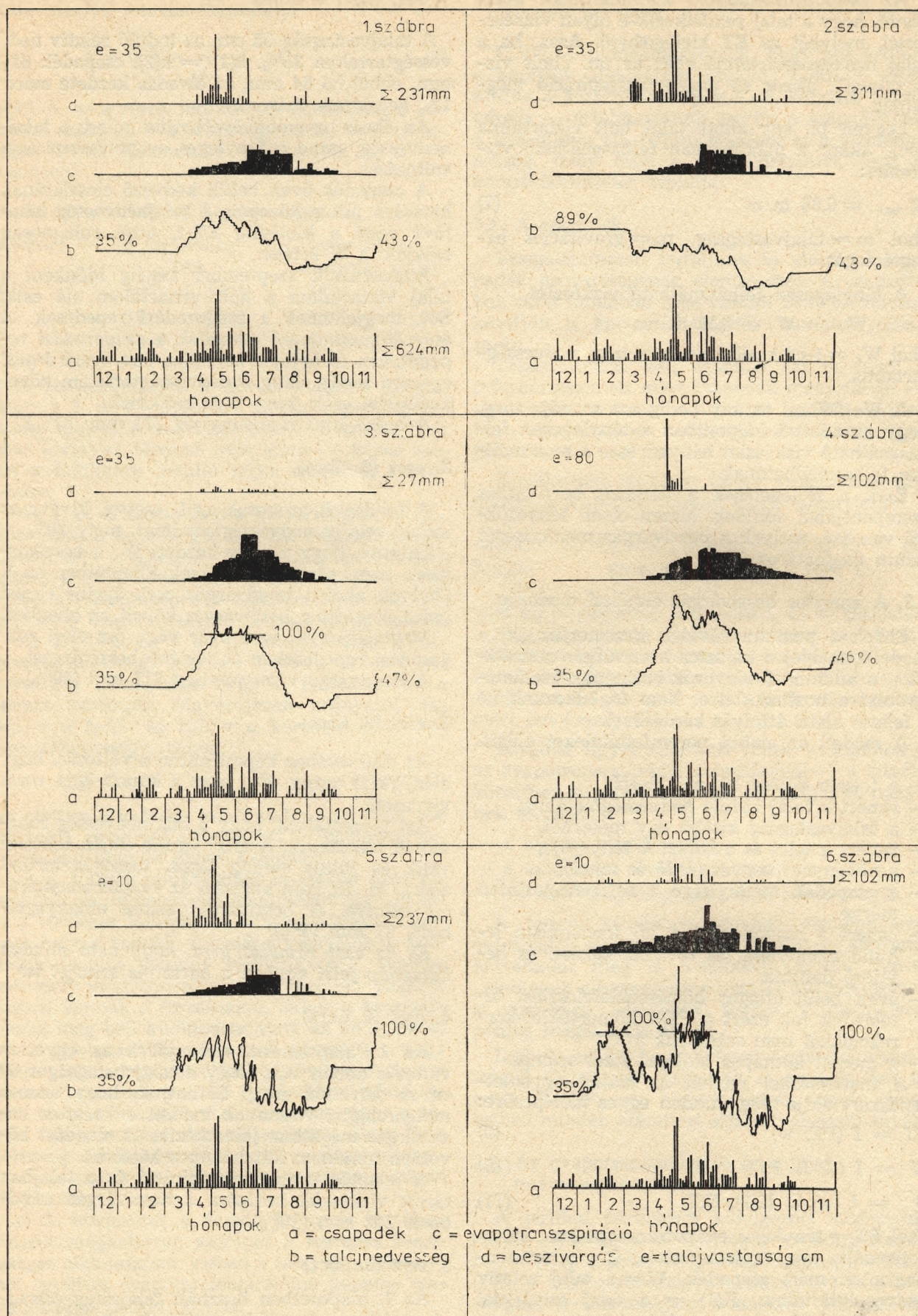
Az 1. alapesethez viszonyítva az egyetlen változás abban van, hogy a talajvastagságot 80 cm-re növeltük meg. Láthatjuk, hogy azonos meteorológiai viszonyok mellett a karsztos beszivárgás májusban jelentkezik, az olvadást követően majdnem két hónapos késéssel.

A jelentős evapotranszspiráció és a talajban tárolt vízkészlet hatására a beszivárgás mindössze 102 mm (16%).

5. eset (5. ábra)

Az 1. alapesetben használt talajréteg-vastagságot 10 cm-re csökkentettük le. A többi feltétel azonos.

A fedőtalaj vastagságának csökkenése a beszivárgás növekedését idézte elő. Itt ez 273 mm (43%).



Az 1—5. esetből egyértelműen kitűnik, hogy azonos meteorológiai körülmények között, a helyi sajátosságokból eredően a beszivárgás

$$\begin{aligned} 27 &\leq B \text{ (mm)} &= 311 \\ 27 &= B \text{ (mm)} &\leq 311 \end{aligned}$$

vagy

$$\begin{aligned} 4 &\leq B \text{ (‰)} &= 49 \\ 4 &= B \text{ (‰)} &\leq 49 \end{aligned}$$

egy nagyságrenden belül változhat!

És ekkor a meteorológiai tényezők változását és annak hatását a beszivárgásra nem is vizsgáltuk.

Az itt bemutatott, utolsó esetben több változtatást hajtunk végre.

6. eset (6. ábra)

A talajvastagság 10 cm, az induló nedvességtartalom 35%, a $k(1)/k(2)$ arány 27%, a csapadék mennyisége és eloszlása azonos az 1. esettel, de az olvadás kezdete január 5. és a vége január 10.

Igen enyhe és fagymentes tél volt. A vegetációs időszak korán kezdődött. A talajpárolgás már január végén megindult. A talajnedvesség januárban ugrásszerűen megnőtt és ezzel együtt fokozatosan nőtt az ET értéke is. A rossz szivárgási tényező arány miatt májusban és júniusban létrejöttek a felszíni tocsogók, míg augusztus—szeptemberben időnként a talaj teljesen kiszáradt és minimális beszivárgás volt.

Az éves beszivárgás 102 mm (16%).

4. Összefoglalás

A karsztos beszivárgás elméleti modelljével végzett kísérletek rámutattak arra, hogy a meteorológiai tényezőkön kívül a 2. fejezetben említett paramétereknek jelentős szerepük van a beszivárgás mennyiségi alakulásában. A karsztos beszivárgás igen bonyolult és összetett hidrológiai folyamat, melyet a gyakorlat számára használható módon csak bizonyos közelítésekkel és elhanyagolásokkal lehet számíthatóvá tenni, miután nincs mód arra, hogy — akár csak néhány km^2 -nyi terület egységekre bontva is — minden, a modellhez szükséges paraméter előállítható legyen.

Minden számítási szisztéma a valóság egyik, a szisztéma felállítója szerint leglényegesebbnek ítélt természeti paramétert veszi figyelembe és arra alapozza a számításokat. Ezért ezek „jósága” arányban áll a valóságtartalmuk mennyiségével és minőségével.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Antal E.—Kozáné Tóth E.: Klimatológiai módszer a területi párolgás számítására. OMI. „Időjárás” 1984. évf. 2. 1980.
- [2] Böcker T.: A nyírádi bauxitelfordulás vízföldtani viszonyai. Bányászati Lapok 1965. 1—2.
- [3] Böcker T.: Felszín alatti vízáramlás karsztos kőzetekben. Kandidátusi disszertáció. Kézirat 1971. MTA könyvtár.

- [4] Böcker T.: Beszivárgás-vizsgálat a karszton. „Karszt és klíma” ankté kiadványa. Pécs, 1974.
- [5] Böcker T.: Karsztos területen való beszivárgás és lefolyáskutatási módszereinek kidolgozása a karsztvízháztartás jellemzőinek meghatározása céljából. VITUKI tanulmány 1974. Kézirat I. 3.—24.
- [6] Kessler H.: A beszivárgási százalékok és a tartósan kitermelhető vízmennyiség megállapítása karsztvidéken. Vízügyi Közlemények 1954/2.
- [7] Láng S.: Karsztvízforgalom a Dunántúli-középhegységben. Karszt- és Barlangkutatás VII. évf. 1972.
- [8] Lorberer Á.: A Dunántúli-középhegység karsztvízföldtani és vizsgáldalkodási helyzetfelmérése és döntéselőkészítés értékelése. VITUKI témajelentés. Bp. 1986.
- [9] Maillet E.: Escay d'hydraulique souterraine, Paris 1905.
- [10] Major P.: Síkvidéki területek talajvízháztartási jellemzőinek vizsgálata. VITUKI tanulmány 1972. Kézirat I. 3—23.
- [11] Rádai Ö.: Bükkhegység karsztvízbázisaira vonatkozó kutatások összefoglaló értékelése — második szakasz. VITUKI témajelentés, Bp. 1984.
- [12] Maucha L.: Jósárfői kísérleti terület vizsgálati eredményeinek összefoglaló értékelése. VITUKI témajelentés, Bp. 1980.
- [13] Száraz G.: A hajdúsági löszhát talajának vízháztartási vizsgálata. Dátum nélküli, sokszorosított kézirat.

Dr. Tivadar Böcker

Studying the process of infiltration in a karstic area

It is pointed out that karstic infiltration is influenced by a number of factors including the geology of the area, the vertical permeability of the karst, the morphological conditions (presence of sink-holes) and the plant cover available, even when the meteorological circumstances are equal. The effect of the precipitations, the evapotranspiration and the moisture content of the soil upon infiltration is analyzed.

In the theoretical model developed by the author for describing the karstic infiltration process, the equations

$$ET = f(PE, W)$$

$$W = f(C, B, ET)$$

$$B = f[W, C, k(1), k(2)]$$

are solved for two-day time spans, where ET = virtual evapotranspiration, PE = potential evapotranspiration, W = moisture content of soil, C = precipitation, $K(1)$ = coefficient of filtration of the soil and $K(2)$ = coefficient of filtration of the karst.

In Figs 1—6 here presented, the amount and distribution of the precipitation are equal, yet the potential infiltration has changed by one order of magnitude. As suggested by the theoretical model, the desiccation cracks that were formed when the soil dried offer channelways for infiltration until being plugged. The marshes that are formed on karsted surfaces, in turn, are not in every case indicative of the karstic water table.

The author believes that the "goodness" of the infiltration calculation models is proportional to the quantity and quality of the inherent veracity.

Dr. Tivadar Böcker

Die Untersuchung des Versickerungsvorganges in karstischem Gebiet

Im Aufsatz wird es darauf hingewiesen, dass die karstische Infiltration durch zahlreiche Faktoren wie

z. B. der geologische Bau des in der Frage stehenden Gebietes, die vertikale Wasserdurchlässigkeit des Karstes (das Vorhandensein von Wasserschlängern), die morphologischen Verhältnisse und die Pflanzendecke beeinflusst wird, sogar bei identischen meteorologischen Umständen. Verfasser prüft den Einfluss des Niederschlages, der Evapotranspiration und der Bodenfeuchtigkeit auf die Infiltration.

Das durch den Verfasser erarbeitete und die karstische Infiltration beschreibende theoretische Modell löst die Gleichungen

$$ET = f(PE, W)$$

$$W = f(C, B, ET)$$

$$B = f[W, C, k(1), k(2)]$$

für zweitägige Zeitspannen, wo ET = tatsächliche Evapotranspiration, PE = potentielle Evapotranspiration, W = Bodenfeuchtigkeit, C = Niederschlag, $k(1)$ = Versickerungskoeffizient des Bodens und $k(2)$ = Versickerungskoeffizient des Karstes.

In Abb. 1 bis 6 sind Menge und Verteilung des Niederschlages, gleich, trotzdem hat sich die potentielle Infiltration um eine Größenordnung zugenommen. Das theoretische Modell hat darauf hingewiesen, dass die Versickerung durch die beim Austrocknen des Bodens entstandenen Trockenrisse bis zu deren Verstopfung möglich ist. Die auf dem Karst entstehenden Sumpfe markieren ihrerseits nicht immer den Karstwasserspiegel.

Verfasser sind der Meinung, dass die „Gutheit“ der Methoden für die Berechnung der Infiltration proportionell mit der Quantität und der Qualität ihrer Wahrhaftigkeit ist.

Д-р Тивадар Бёккер

Исследование процесса инфильтрации в пределах карстового района

В работе указывается на то, что инфильтрация поверхностных вод в закарстованные породы зависит от многочисленных факторов, в том числе от геологического строения района, вертикальной водопроницаемости карста, морфологических условий (наличия карстовых воронок) и растительного покрова, даже при равности метеорологических условий. Автор статьи анализирует влияние атмосферных осадков, эвапотранспирации и влажности почвы на инфильтрацию поверхностных вод.

В разработанной автором и описывающей процесс инфильтрации в карстовых условиях теоретической модели уравнения

$$ET = f(PE, W)$$

$$W = f(C, B, ET)$$

$$B = f(W, C, k(1), k(2))$$

решаются для двухдневных ступеней времени, где ET — фактическая эвапотранспирация, PE — потенциальная эвапотранспирация, W — содержание влажности в почве, C — количество осадков, $k(1)$ — коэффициент инфильтрации почвы и $k(2)$ — коэффициент инфильтрации карста.

На рис. 1—6 количество и распределение осадков одинаковы, но потенциальная инфильтрация все же изменилась на один порядок величин. Согласно теоретической модели возможна инфильтрация через трещины высыхания, образующиеся в процессе высыхания почвы, причем инфильтрация будет продолжаться до момента полного закрытия трещин. Что касается болот, образующихся на карсте, то они не всегда совпадают с уровнем карстовых вод.

По мнению автора «доброта» методов вычисления инфильтрации является пропорциональной количеству и качеству их истинности.

Kútvizsgálati tapasztalatok a Maros hordalékkúp területén

A Maros-hordalékkúp területén a jó ivóvízadók a negyedkori folyóvízi eredetű üledékek.

A jó vízáadó rétegek koncentrált igénybevétele tette szükségessé, hogy a nagyarányú víztermelés hidraulikai hatásait figyelni kell.

A működő kutakból kijelölt észlelőhálózat kútjain hidrodinamikai vizsgálatok készültek.

A kútvizsgálati eredmények kiértékelése során kapott információk (gáthatás, kúthatékonyság stb.) összehasonlításával és a belőlük levonható tapasztalatokkal foglalkozik a cikk.

Bevezető

A Maros-hordalékkúp területe perspektivikus vízbázisnak számít Békés megye jelenlegi és távlati ivóvízellátásában. Az alapozó kutatások már befejeződtek, jelenleg a kedvező hidrogeológiai adottságú helyeken a vízművek kiépítése folyik, ill. befejeződött (Kevermes, Medgyesbodzás). A nagyarányú víztermelés szükségessé teszi a vízbázisok fokozott figyelemmel kísérését és védelmét. Ezen törekvések eredményeként a vízbázis biztonságos üzemeltetéséhez regionális észlelőhálózat (vízszint, vízminőség) kialakítását határozták el az illetékesek. A 40 kútból álló észlelőhálózat — amelyet meglévő kutakból jelöltek ki — beindítása előtt szükséges volt a kutak jelenlegi állapotának vizsgálata. Ezt a feladatot a VITUKI Felszín alatti vizek osztálya kapta meg, amely már a terület hidrogeológiai feltárásában és az észlelőhálózat kijelölésében is részt vett.

Földtani-hidrogeológiai viszonyok

A nagy vastagságú neogén üledékek fekéjében paleozoós és mezozoós kőzetek találhatók. Települési mélységük 1000—3000 m között változik a területen (5). A területen paleogén üledékek nem ismertek, az egész területet nagyvastagságú pliocén üledéksor takarja. Az alsó-pannon rétegek 300—1000 m vastagságúak, a felső-pannon homokos rétegek 400—700 m vastagságban települtek rá. A felső pliocén üledékek 200—400 m vastagságban fejlődtek ki, de a folyamatos üledékképződés miatt elválasztásuk nehéz a pleisztocén rétegektől.

A negyedkori rétegek átlagosan 250—300 m vastagságú folyóvízi eredetűek, ezen üledékek alkotják a kitermelhető vízkészlet fő bázisát.

Az ilyen vastagságú összleten belül horizontálisan és vertikálisan olyan eltérések mutatkozhatnak, hogy célszerű az összletet több rétegcsoportra bontani. Az önkényesen kijelölt rétegcsoportok jól követik a kutak által megnyitott összleteket, így hat rétegcsoportot lehetett kijelölni. Az 1., ill. a 6. rétegcsoport víz-

beszerzési szempontból nem jelentős és csak foltokban fordul elő a területen, ezért ezekkel nem foglalkozom. Az 1. sz. táblázatban a rétegek hidraulikai adatai találhatók.

1. sz. táblázat

Réteg-csoport sorszáma	Vastagsága (m)	Transzmisszibilitása (m^2/d)	Átszivárgási együtthatója ($10^{-6} nap^{-1}$)
2.	50—150	1000—1500	10—200
3.	100—200	400—1100	5—25
4.	40—160	200—1200	3—12
5.	80—120	400—1000	3—8

Az 1. sz. térképen a Maros-hordalékkúp területe, a földtani szelvények iránya és a kútvizsgálatok helyei láthatók. A két szelvényen a terület földtani felépítése jól látható.

A területen lévő összes használható vízszint-adattal rendelkező fúrás adataiból a horizontális áramlási irányokat lehetett összeállítani (1). A 2. rétegben Dombegyháza—Tótkomlós között mintegy 0,2 m/km, Dombegyháza—Újkígyós között 0,33 m/km esés mutatkozik. Az áramlás Dombegyháza—Orosháza vonaltól D-re, Ny-i, É-ra É-i irányú. A 3. rétegben az áramlás iránya hasonló, de az esés mindkét irányban 0,3 m/km. A 4. rétegben az esés 0,1—0,3 m/km, de nem egyenletes. Az 5. rétegben egyenletesen Ny és ÉNY között mutatkozik az áramlási irány 0,33 m/km eséssel.

A rétegek közötti nyomáskülönbség miatt feltételezhető a közöttük történő áramlás is.

A 2. rétegcsoportban a fel- és leáramlást mutató területek aránya egyforma. A 3. rétegben több a feláramlás, a 4. rétegben kiegyenlített a nyomáskülönbség.

A kútvizsgálatról általában

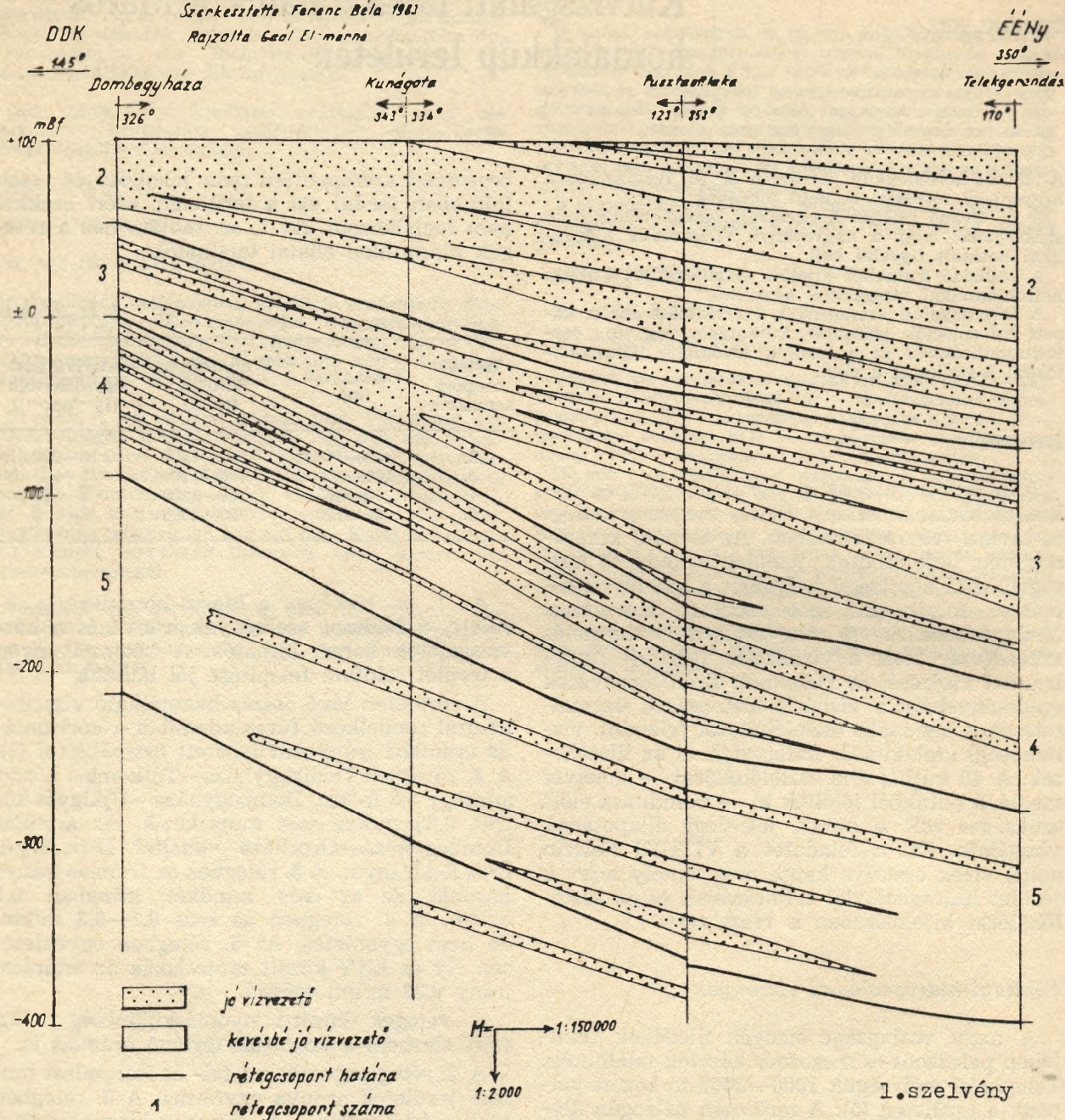
A hidrodinamikai mérésekkel a kút jelenlegi állapotáról kapunk felvilágosítást. A VITUKI által végzett általános kútvizsgálatba a következő mérések tartoznak (2):

- talpellenőrzés: amely az iszapgyűjtőben (homokfogó) felhalmozódott anyagmennyiségről ad felvilágosítást. Adatokat szolgáltat a szűrő esetleges homokolásáról vagy elzártságáról.
- nyugalmi vízszintmérés: információt kapunk a réteg nyomásának állapotáról a kút termelésének hatása nélkül.

VÁZLATOS A-A FÖLDTANI SZELVÉNY

Szerkesztette: Faranc Béla 1983

Rajzolta: Geol. El-mérő



1. szelvény. Vázlatos A-A földtani szelvény.

- kapacitásmérés; a mindenkor optimális üzemállapot beállításához szükséges Q—H görbe felvételét teszi lehetővé.
 - áramlásmérés; megmutatja az aktív szűrőhosszat, a tömszelence zárási állapotát és az esetleges csőhibákat.
 - visszatöltődés-mérés; az üzemeltetéshez szükséges hidraulikai számítások a visszatöltődési görbéből végezhetők el, számszerűen megadja a megnyitott réteg és a kút hidraulikus kapcsolatát.
 - kifolyóvíz hőmérséklet-mérés; információt szolgáltat a réteg hőmérsékleti viszonyairól.
- A kutak 1966. és 1984. között több kivitelező közreműködésével készültek, különböző rétegcsoportokat harántolnak, 54—491 m talpmély-

ségűek. A 2. sz. táblázatban az adott rétegre megnyitott kutak főbb hidraulikai adatait láthatjuk.

2. sz. táblázat

Réteg-csoport sorszáma	Réteg-csoportot megnyitó kutak száma (db)	%	Nyugalmi vízszint (m)	Fajlagos vízhozam (l/pm)
2.	21	52,5	— 0,7 — 4,5	13—123
3.	12	30	+ 3,4 — 10,5	17—189
4.	4	10	+ 3,5 — 2,2	11— 66
5.	3	7,5	+ 2,3 — 5,0	37— 85

Tapasztalatból ismert, hogy a kútkiképzés során nagy gondot kell fordítani a szűrőváz helyes kialakítására. Ha a kút körüli zónában — kútkiképzési hiba következtében — a szivárgási sebesség lecsökken a rétegéhez képest, akkor beszélünk gáthatásról. Tanulságos utólag megvizsgálni, volt-e gáthatás építéskor a vizsgált kutakban.

A gáthatást a DUPUIT-THIEM-képlet segítségével számíthatjuk (3):

$$G = \frac{T^a}{T} = \frac{0,366 \frac{Q}{s} \lg \frac{R}{r_o}}{0,183 \frac{Q}{tga}} = 2 \frac{tga}{s} \lg \frac{R}{r_o} \quad (1)$$

ahol $R = 1,5 \sqrt{at} = 1,5 \sqrt{\frac{k}{\beta} t} =$
 $= 1,5 \sqrt{\frac{k}{5 \cdot 10^{-5}} \cdot t} \quad (m)$

k — a réteg szivárgási tényezője (m^2/d)

r_o — a vizsgált kút sugara (m)

s — az üzemi és nyugalmi vízszint különbsége (m)

tg — a vízszintemelkedés egy log ciklusra eső szakasza (m cikl)

t — előzetes termelés ideje (d)

Ha az arány 1-nél nagyobb, akkor gáthatás a kút vízádóképességét nem rontja.

A vizsgálataink alkalmával az előzetes termelést egy napnak vettük.

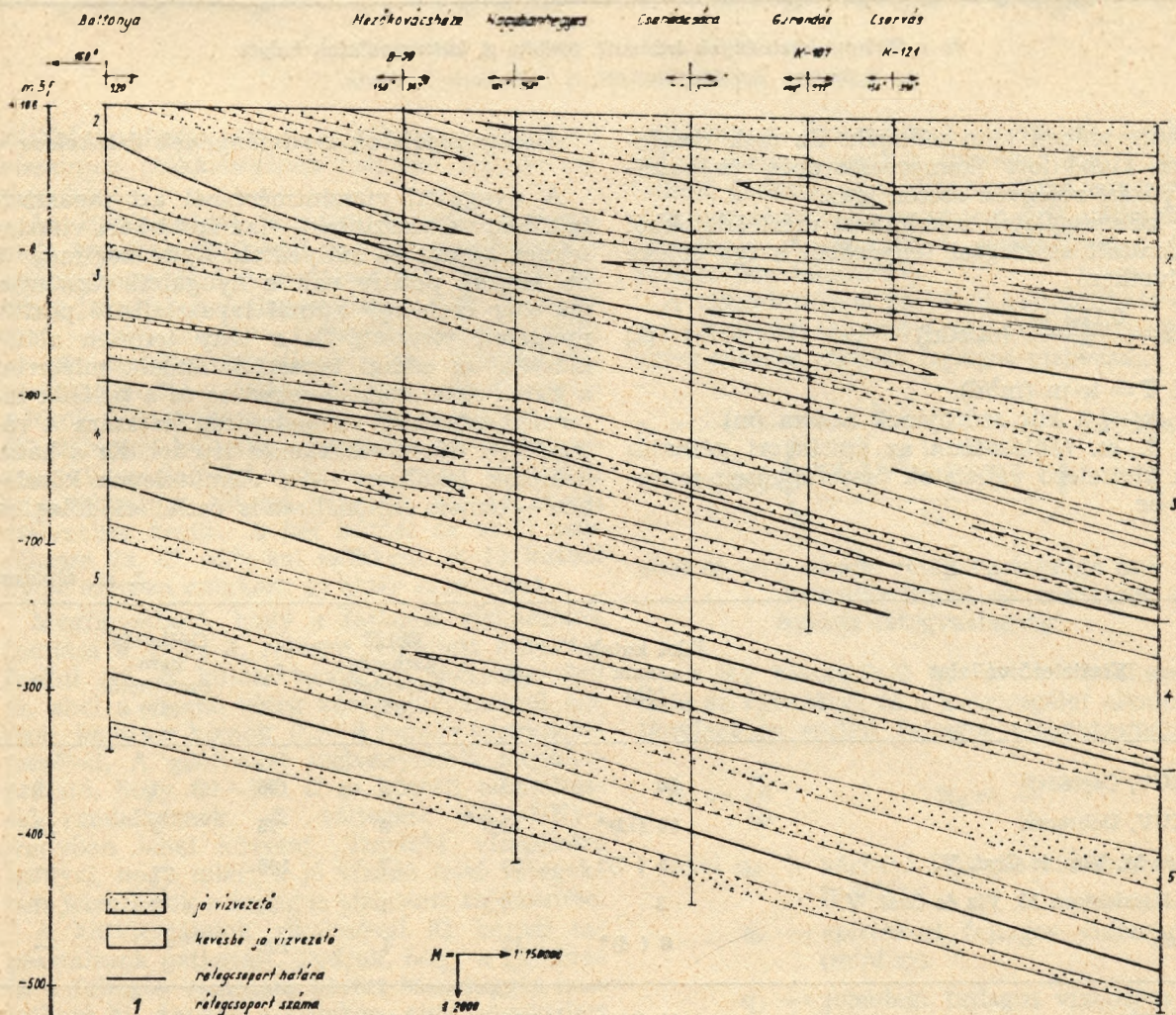
A számítások egyik sarkalatos pontja a tga meghatározása, amely a visszatöltődési görbéből történik. A vizsgált kutak nagy részénél építéskor nem történt visszatöltődés-mérés, így a tga kiszámításánál a jelenlegi vizsgálatoknál kapott szivárgási tényező, ill. transzmisszibilitás értékeket használtam fel. Ezt azon feltétel alapján tehettem, mert a k -tényező értéke

VÁZLATOS B—B FÖLDTANI SZELVÉNY

Szerkesztette: Farkas Béla 1982

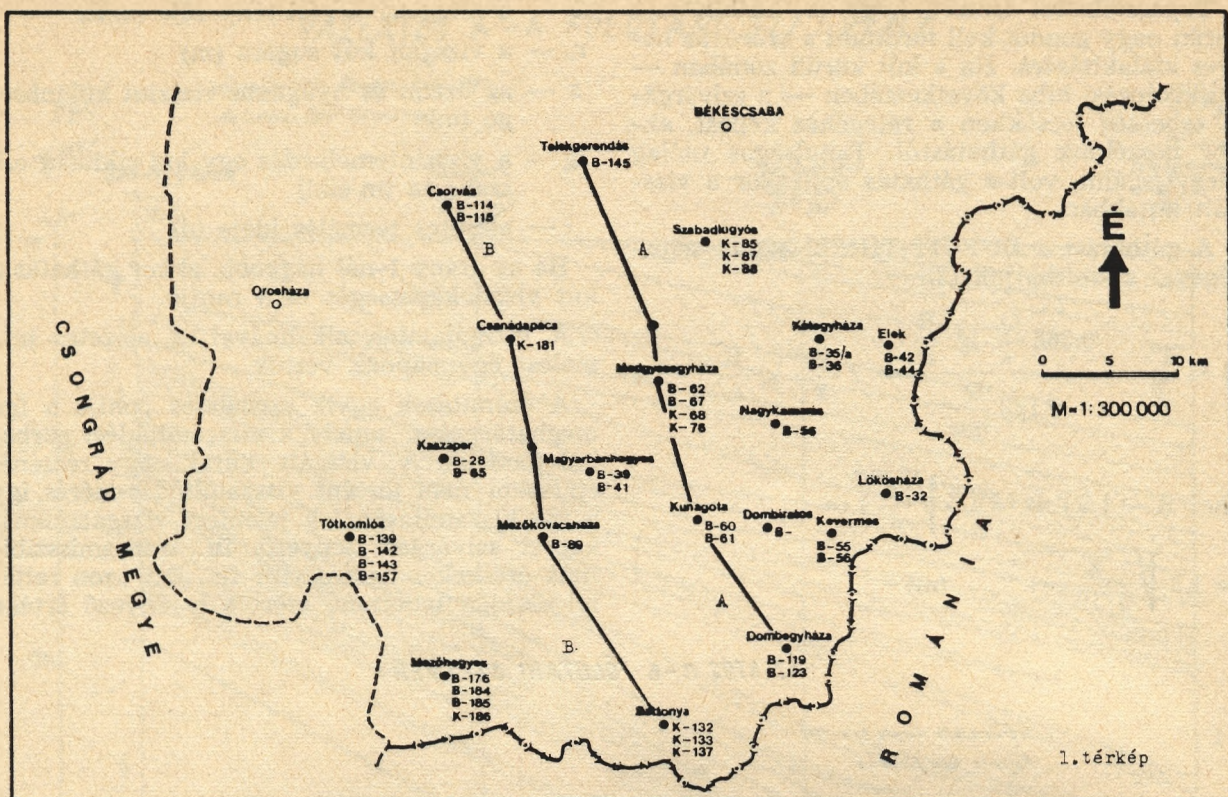
Rajzolta: Gabi Elemérné

DKD



2. szelvény

2. szelvény. Vázlatos B—B földtani szelvény.



és a földtani szelvények irányai. térkép. A kútvizsgálatok helyei

állandó, időben nem változik. Ez csak megfelelően kialakított (kompresszorozás, próbaszivattyúzás) rétegváz esetén igaz.

A kútvizsgálatok alkalmával mért adatokból kiszámított szivárgási tényezőtől a tga értéke a következő:

$$tga = \frac{0,183 \cdot Q}{T} \quad (\text{m/cikl}) \quad (2)$$

ahol $T = k \cdot m$ (m^2/d)

m — a kút szűrőjének hossza (m)

A 3. sz. táblázatban az építéskori gáthatás és a kivitelező vállalatok összefüggéseit mutatott be.

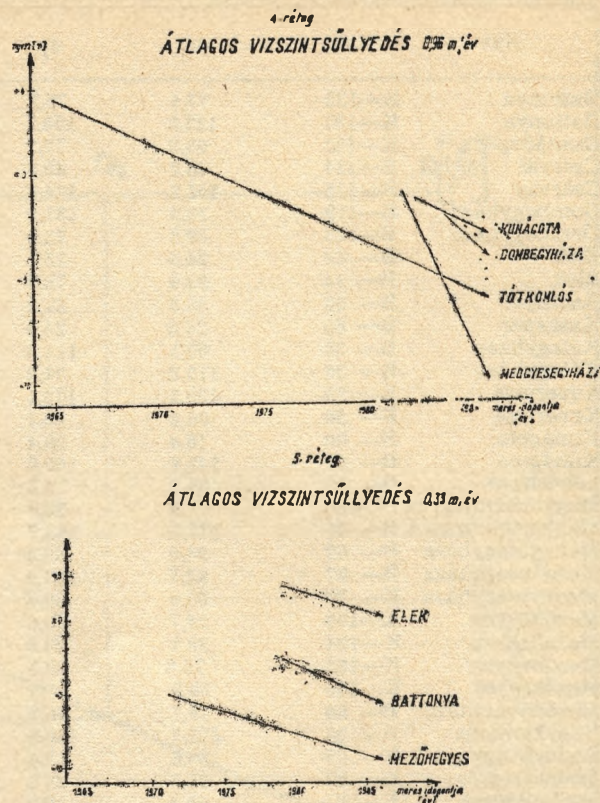
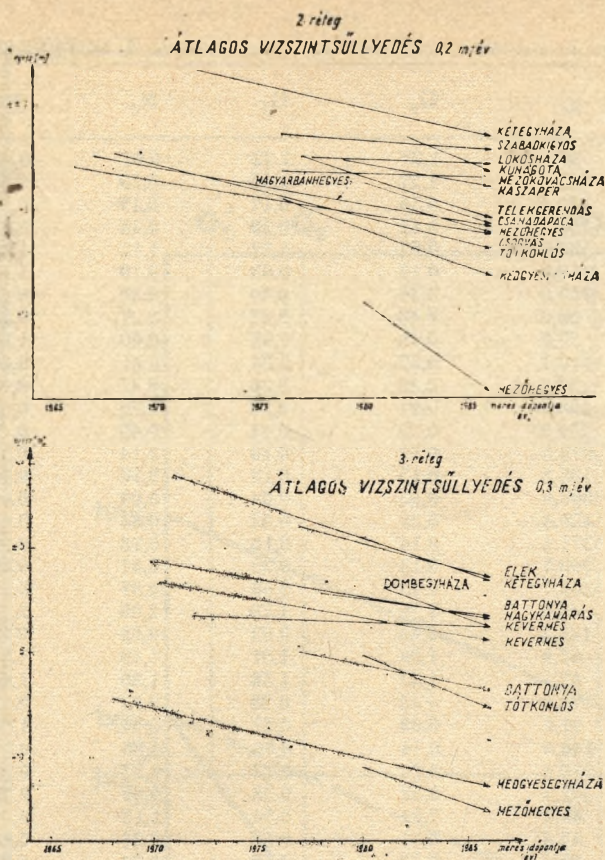
A kútvizsgálatok eredményének értékelése

A nyugalmi vízszintmérésnél azt tapasztaltuk, hogy a vízszintek — az építéskori vízszintekhez képest — süllyedtek. Építéskor még 5 db kútnak pozitív volt a nyugalmi vízszintje, ma már csak egy kútnál tapasztalható pozitív nyugalmi vízszint. Ez a tény teljesen alá támasztja az eddigi tapasztalatainkat, miszerint a kutak számának növekedése és a belőlük kitermelt növekvő vízmennyiség hatására a rétegekben nyomáscsökkenés lép fel. Ez a hatás nemcsak lokálisan — a vízműtelepek közelében — hanem regionálisan is észlelhető főleg az

3. sz. táblázat

Kivitelező vállalat	Fúrt kutak száma (db)	%	Ebből gáthatás észlelhető (db)	%	Gáthatás nem észlelhető (db)	%
VIKUV, Cegléd	10	25	9	90	1	10
VIKUV, Debrecen	13 (12)*	32,5	9	75	3	25
Békés M. Víz- és Csatorna V.	8 (7)*	20	7	100	—	—
Dél-Bácskiskun M. Víz és Csatorna V.	3	7,5	1	33	2	67
Egyéb	6 (4)*	15	4	100	—	—
Összesen	40 (36)*	100	30	83	6	17

*Értékelhető vizsgálatok



1. ábra. A nyugalmi vízszintsüllyedések nagysága ré

Alföld területén. Az 1. sz. ábrán a nyugalmi vízszintek csökkenésének mértéke látható rétegenként.

Az építéskori és jelenlegi fajlagos vízhozamok összehasonlításánál azt lehetett megállapítani, hogy 24 kút esetében nőtt az értéke, tehát javultak a fajlagos vízhozamok. Számottevő — 10% feletti — fajlagos vízhozamromlás 11 kút esetében következett be. Nagyarányú — 50% feletti — csökkenést két kútnál tapasztaltunk (Kétegyháza B—36, Szabadkígyós K—85). Mindkét kútnál a maximális homokmentesen kitermelt vízhozam a felére csökkent, ugyanakkor az üzemi vízszint 15—16 m-rel mélyebbre került. A két kútnál az aktív szűrőhossz 22, ill. 56%-kal csökkent. A 11 kútból nyolc esetben csökkent az aktív szűrőhossz.

Megfigyelhető, hogy a fajlagos vízhozamok romlása a 2. és 3. rétegre telepített kutaknál fordul elő. A kutak maximális mélysége 240 m, ahol a vízadó réteg közép-durvaszemű homok, kavicsos homok, 0,2—5 mm-es szemcseátmérővel. A geofizikai szelvényekből megállapítható, hogy 60—100 Ω m közötti ellenállással rendelkeznek. A változást ÉK—DNy-i irányban lehet követni. További vizsgálatot igényel, hogy miért a jó vízadó felső rétegekben jelentkezik a fajlagos vízhozam csökkenése.

A kútvizsgálatok alkalmával 31 kútnál tapasztaltunk gáthatást. Tudjuk, hogy a gáthatás és a fajlagos vízhozam között összefüggés mutatható ki. Azokon a kutakon, ahol növekedett a fajlagos vízhozam értéke és a kút építéskor is gáthatásos volt, ott a gáthatás mértéke le-

cökkent a hosszúidejű termelés hatására. Olyan esetben, amikor építéskor sem volt észlelhető gáthatás és a fajlagos vízhozam növekedett, természetesen most sem volt gáthatás kimutatható. A számítások eredményei a 4. sz. táblázatban találhatók.

A visszatöltődési görbéből kiszámítható a réteg szivárgási tényezője, így számítható egy, az egész rétegre várható fajlagos vízhozam.

$$q_0 = \frac{k \cdot m}{0,366 \left(\frac{\log \left(1,5 \sqrt{\frac{k \cdot t}{5 \cdot 10^{-5}}} \right)}{r_0} \right)} \quad (\text{m}^3/\text{d}/\text{m}) \quad (3)$$

ahol m — a vízadó réteg vastagsága (m)
(számításaimnál az eredetileg megnyitott rétegvastagság)

Az így kiszámított q_0 -érték összehasonlítható az építéskori és a kútvizsgálat alkalmával ténylegesen észlelt fajlagos vízhozammal.

$$N_e = \frac{q_e}{q_0} \quad N_j = \frac{q_j}{q_0}$$

ahol q_0 — várható fajlagos vízhozam ($\text{m}^3/\text{d}/\text{m}$)

q_e — építéskori fajlagos vízhozam ($\text{m}^3/\text{d}/\text{m}$)

q_j — jelenlegi fajlagos vízhozam ($\text{m}^3/\text{d}/\text{m}$)

N — az ún. kúthatékonyság

Név	Kat.	q_e	q_j	q_o	G_e	G_j	N_e	N_j
Battonya	K—132	73,4	76,8	80,5	1,27	1,32	0,91	0,95
Battonya	K—137	122,5	155,1	307,5	1,22	1,55	0,39	0,50
Csanádapáca	K—181	62,8	77,2	373,4	0,14	0,17	0,17	0,21
Csorvás	B—114	48,7	45,8	100,7	0,41	0,39	0,48	0,45
Csorvás	B—115	154,8	144,3	137,6	0,92	0,32	1,12	1,05
Dombegyháza	B—119	22,5	131,5	118,2	0,16	0,93	0,19	1,11
Dombegyháza	B—123	59,6	73,9	155,0	0,26	0,40	0,38	0,48
Elek	B—42	24,9	13,1	90,6	0,43	0,22	0,27	0,25
Elek	B—44	53,4	78,5	89,6	0,46	0,48	0,60	1,28
Kaszaper	B—28	35,3	37,2	112,7	0,27	0,28	0,31	0,33
Kaszaper	B—65	23,5	24,0	57,5	0,36	0,36	0,41	0,42
Kétegyháza	B—35	65,1	111,3	258,6	0,21	0,37	0,25	0,68
Kétegyháza	B—36	115,2	34,3	255,9	0,38	0,11	0,45	0,17
Kevermes	B—55	139,8	173,1	973,5	0,12	0,15	0,14	0,18
Kevermes	B—56	30,2	30,7	185,8	0,13	0,13	0,16	0,16
Kunágota	B—60	16,4	20,4	566,8	0,03	0,04	0,04	0,05
Kunágota	B—61	142,7	160,8	426,3	0,28	0,32	0,33	0,38
Lökösháza	B—32	65,4	72,6	371,4	0,14	0,16	0,18	0,20
Magyarbánhegyes	B—39	77,3	89,0	369,5	0,18	0,20	0,21	0,39
Magyarbánhegyes	B—41	177,7	143,7	203,7	0,73	0,59	0,87	0,70
Medgyesegyháza	B—62	94,0	98,2	46,2	1,70	1,78	2,03	2,12
Medgyesegyháza	B—67	82,7	107,0	148,2	0,48	0,62	0,55	0,72
Medgyesegyháza	K—76	80,9	89,4	67,9	1,06	1,31	1,19	1,32
Mezőhegyes	K—176	54,7	60,6	42,1	1,23	1,38	1,30	1,44
Mezőhegyes	K—184	38,7	22,8	73,0	0,48	0,28	0,53	0,31
Mezőhegyes	K—185	76,8	99,5	91,6	0,69	0,87	0,84	1,08
Mezőhegyes	K—186	59,9	53,3	146,8	0,74	0,70	0,86	0,80
Mezőkovácsháza	B—89	75,7	56,7	219,2	0,29	0,22	0,35	0,26
Nagykamarás	B—56	221,5	160,0	482,3	0,58	0,38	0,69	0,50
Szabadkígyós	K—85	55,6	17,4	49,2	2,24	0,74	1,13	0,35
Szabadkígyós	K—87	27,5	23,5	43,4	0,71	0,61	0,84	0,68
Szabadkígyós	K—88	19,4	19,9	85,2	0,18	0,16	0,24	0,23
Telekgerendás	B—145	37,6	45,4	83,0	0,37	0,45	0,45	0,55
Tótkomlós	B—139	95,9	145,7	170,4	0,46	0,70	0,56	0,75
Tótkomlós	B—142	31,9	27,4	172,1	0,16	0,13	0,18	0,16
Tótkomlós	B—143	106,6	66,5	408,9	0,32	0,20	0,26	0,16

Megjegyzés:

 q_e , q_j , q_o mértékegysége $m^3/d/m$.

Az összehasonlításból látható, hogy a kútervezés, kivitelezés, valamint a próbaszivattyúzás együttesen mennyire „sikeresen” használta ki a réteg vízádókéességét. Akkor volt a kútképzés hidraulikailag elfogadható, ha a N értéke minél jobban közelít, vagy eléri az 1-et. A 4. sz. táblázatban találhatók a számítás eredményei.

Építéskor 5 kút esetében állapítható meg, hogy a réteg vízádókéességét jól kihasználták.

A hosszúidejű termelés hatására jelenleg már 7 kútnál tapasztalható, hogy a „kúthatékony-ság” megfelelő.

A $Q-H$ görbék 22 kút esetében közel párhuzamosak, 8 kút esetében széttartóak (a fajlagos romlásának következtében) 6 kútnál összetartóak a fajlagos kismértékű javulásának köszönhetően, 3 kútnál (Elek B—44, Dombegyháza B—119, Lökösháza B—32) a görbék metszik egymást a fajlagos vízhozam nagymértékű növekedésének és a nyugalmi vízszint csökkenésének köszönhetően.

A vízhozamgörbék lefutásának ismeretében meg tudjuk adni, hogy sikeres kútjavítás után mekkora vízhozam termelhető ki. A 2. sz. ábrán a szerkesztéshez egy általános sémát mutatnak be. A módszer kidolgozója, Liebe Pál figyelembe vette, hogy a nyugalmi vízszintek csökkennek és az üzemi vízszintet nem mindenhol lehet — műszaki-gazdaságossági okok következtében — tovább csökkenteni.

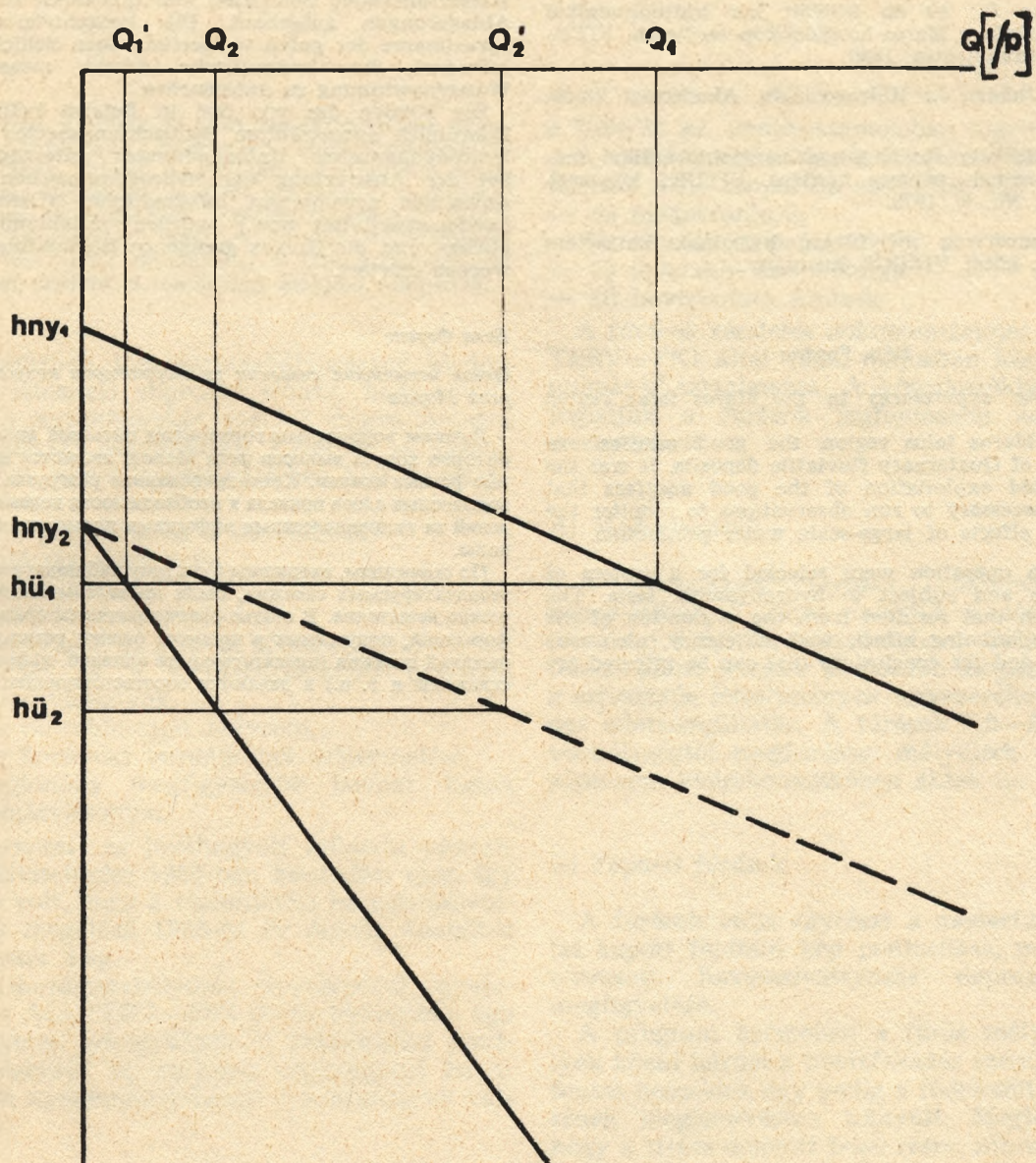
A visszatöltődés-mérésekből megállapítható, hogy a kutak 90%-nál nem volt jelentős az utánáramlás, a visszatöltődési görbe meredeksége jól meghatározható (4).

Az áramlásmérések azt mutatják, hogy a kutak 37%-nál lecsökkent a szűrőhossz az építés óta. Ebből a kutak 67%-nál az alsó szűrő már nem működött a mérés alkalmával. A tömszelencék mindenhol jól zártak, nem volt észlelhető beáramlás.

Összefoglalás

A kutakban végzett hidrodinamikai vizsgálatok hasznos adatokat szolgáltatnak a kút tényleges állapotáról. A vizsgálati eredmények kiértékelése után meghatározható a célszerű beavatkozás mértéke. A jelenlegi gazdasági helyzetben nem mindegy, hogy a nagy eszköz- és költségigényes kútjavítást milyen módon hajtják végre.

A vizsgálatokból kiderült, hogy a vízádó réteg mindenhol lehetővé tenné a kutak hatékonyabb működését, a fajlagos vízhozam növelését. Korlátot jelent azonban a kútkialakítás (magasan lévő tömszelence), a kútszabvány által meghatározott — szemcseszerkezettől függő — belépési sebesség nagysága és az üzemeltetés gazdaságossága. Ahol a kútvizsgálatokat és a karbantartást rendszeresen elvéggeztetik, ott a kutak élettartama nagymértékben növelhető.



Q_1 - eredeti vízhozam

Q_1' - megváltozott vízhozam eredeti üzemi vízszinten

Q_2 - megváltozott vízhozam jelenlegi " "

Q_2' - vízhozam kutjavitás után " " "

h_{ny1} - eredeti nyugalmi vízszint

h_{ny2} - jelenlegi " "

$h_{ü1}$ - eredeti üzemi vízszint

$h_{ü2}$ - jelenlegi " "

2. sz. ábra. Módszerek a $Q-H$ görbék kiértékeléséhez.

- [1] Deák J.—Nagy A.: A Maros-hordalékkúp rétegvizeinek hidraulikai és vízminőségi vizsgálata. VITUKI témajelentés, 1983.
- [2] Ferenc B.: 40 db kijelölt kút hidrodinamikai vizsgálata a Maros-hordalékkúp területén. VITUKI témajelentés, 1986.
- [3] Dr. Juhász J.: Hidrogeológia. Akadémiai kiadó, 1976.
- [4] Dr. Székely F.: Kutak szivárgáshidraulikai méretezésének néhány kérdése. VITUKI közlemények No. 9., 1978.
- [5] Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere I—X. kötet VÍZDOK-kiadvány.

Béla Ferenc

Well-testing experiences in the Maros talus region

In the Maros talus region the good aquifers are composed of Quaternary fluvial deposits. It was the concentrated exploitation of the good aquifers that made it necessary to run observations to monitor the hydraulic effects of large-scale water production.

Wells in operation were selected for a system of checkwells and subject to hydrodynamic tests. The information that resulted from the evaluation of the readings (damming effect, well efficiency, etc.) was compared and the conclusions that can be inferred are presented.

Bohruntersuchungserfahrungen im Raume des Schuttkegels der Maros

Im Raume des Maros-Schuttkegels sind die guten wasserführenden Schichten von quartären fluviatilen Ablagerungen aufgebaut. Die konzentrierte Inanspruchnahme der guten wasserführenden Schichten hat erfordert das hydraulische Effekt massenhafter Wassergewinnung zu untersuchen.

Die Sonden des von den in Betrieb befindlichen Bohrungen ausgewählten Beobachtungsnetzes wurden hydrodynamischen Untersuchungen unterzogen. Die bei der Auswertung der hydrodynamischen Untersuchungen gewonnenen Informationen (Dämmeffekt, Sondereffektivität usw.) wurden miteinander verglichen und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen werden erörtert.

Бела Ференц

Опыт испытания скважин на территории конуса выносов реки Марош

Лучшим водоносным горизонтом питьевой воды на территории конуса выносов реки Марош являются четвертичные речные осадки. Концентрированная разгрузка хороших водоносных слоев привела к необходимости ведения наблюдений за гидравлическими эффектами повышенной добычи воды.

По скважинам, входящим в систему наблюдательной сети эксплуатируемых скважин, были проведены гидродинамические испытания. В статье рассматривается сравнение информации, полученной в процессе оценки результатов испытаний скважин (препятствующее влияние, эффективность скважины и т. п.) и делаются соответствующие выводы.

A Hévízi-tó és a közvetlen környezetének állapota 1985-ben

A szerzők a Hévízi-tó vízhozamszabályozása tervezett munkálatainak megkezdése előtt összefoglalják és ismertetik azokat a vízföldtani-hidraulikai paramétereket, melyekhez — mint bázishoz — a műszaki beavatkozások hatásának következményeit a későbbiekben viszonyítani lehet. A bőséges irodalomjegyzékben felsorolják mindazokat a tanulmányokat, jelentéseket, melyek a tanulmány alapjául szolgáltak.

A Hévízi-tó vízhozamszabályozására kiadott vízjogi létesítési engedély előírta, hogy mindazokat a paramétereket, melyek megváltozására — a műszaki beavatkozást követően — számítani lehet, egy állapotjelentésben kell összefoglalni.

Ezek a paraméterek a következők:

- a tóforrás vízhozama,
- a tó vízszintje,
- a víz kémiai összetétele,
- a tóforrások és a tóvíz hőmérséklete,
- a tóban és a forrásbarlangban uralkodó nyomásviszonyok,
- a tó hidrobiológiai helyzete,
- a tó környéki termálkutak víztermelése,
- a regionális megfigyelésbe bevont kutak nyomásviszonyai.

A tervezett és jóváhagyott műszaki beavatkozás kivitelezése 1986-ban kezdődött meg, így ésszerű volt, hogy a viszonyítási bázisparamétereket a megelőző 1985-ös év mérési adataiból határozzuk meg.

A vízhozamszabályozás tervezésével egyidejűleg az ALUTERV—FKI Hévíz térségében egy megfigyelési adatgyűjtési és feldolgozási rendszert alakított ki, melynek segítségével folyamatosan nyomonkövethetők e paraméterek változásai.

1. Az 1985. évi vízföldtani kutatások

A Hévízi-tó vízhozamszabályozására 1984-ben készült elvi vízjogi engedélyezési terv² előírta a tómeder földtani kutatását és megfigyelő kutak telepítését a tó mesterséges hozamnövelése hatásának vizsgálatára. Az esetleges külső vízpótló mű helyének kiválasztására két hévízkutató fúrást telepítettek az 1979-ben előrejelzett hőmérsékleti anomália helyének pontosítására.

A tómeder földtani kutatásának keretében megtörtént a mederfenék felmérése, az iszapvastagság térképezése, valamint mederfúrások mélyültek. A mederfenék-felmérést, valamint az iszapvastagság feltérképezését, melynek keretében egyben képet kaptunk az iszap fekvését képező „kemény” agyag vízfelszín alatti mélységéről is a VITUKI végezte el és eredményeit

a 7624/28. sz. témabeszámolóban rögzítette.²⁸

A vízföldtani kutatások keretében lemélyített fúrások négy csoportba oszthatók, így:

- A) mederfúrások,
- B) tóparti fúrások,
- C) távolabbi észlelőkutak,
- D) hévízkutató fúrások.

A fúrások részletes dokumentációját az ALUTERV—FKI által 1986. májusban készített tanulmány³ tartalmazza. A következőkben összefoglaljuk a fúrások legfontosabb adatait és eredményeit.

A) Mederfúrások

A vízhozamszabályozás előmunkálataival kapcsolatban 7 fúrás mélyült a tómederben (összesen 302,2 fm hosszúságban). Céljuk a vízfelszín alatti rétegsor pontosabb megismerése és a szivattyús létesítmények tervezéséhez szükséges adatszolgáltatás. A fúrások 3,0—34,1 m-es vízmélységtől magfúrással mélyültek és a felsőpannon kvarchomokkőben álltak le.

B) Tóparti fúrások

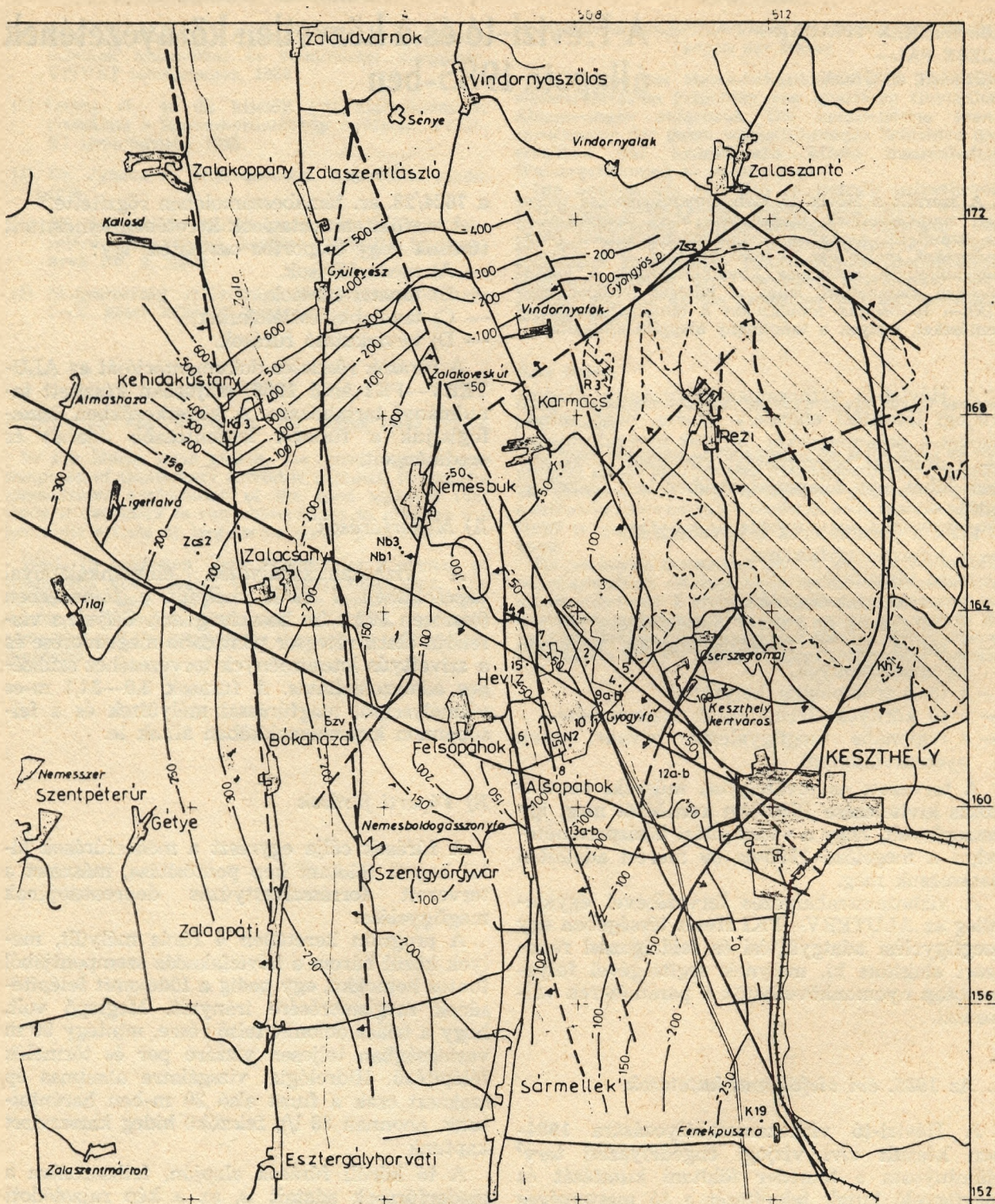
A fúrások célja egyrészt a mederfúrások által kapott földtani kép pontosítása, másrészt a tervezett forrásszivattyúzás depressziójának megfigyelése.

A program keretében 4 fúrás mélyült, melyek közül három a hévízfakadás szempontjából fontos homokkő, egy pedig a földolomit felépítésének megismerésére irányult. Meglepő volt, hogy a triász dolomit felső része, mintegy 50 m vastagságban teljesen vízzáró por és törmelék felépítésű. Hidrológiai vizsgálatra alkalmas ép szakaszt csak a furat alsó 20 m-ben harántoltunk, ahonnan 88 l/p felszökő hideg karsztvizet kaptunk.

A tó körüli fúrások alapján, felhasználva a mederfúrások adatait is, az a kép rajzolódott ki, hogy a tavon át egy É—D-i csapásirányú Ny-i dőlésű vető húzódik, mely a tótól távolabbra is valószínűsíthető. E vető egyben a meleg termálviz és a hideg karsztvíz választóvonal is (1. sz. ábra tektonikai tartalma). A vetőtől K-re termálviz sehol sem található.

C) Távolabbi észlelőkutak

A két kútpárt a tótól DK-, D-re, a triász és a pannon vízvezető rétegek elterjedésének és településének megismerésére mélyítették.



A triász alaphegység felszínének és szerkezetének térképe

0 1 5 km

- | | | | |
|--|-----------------------|--|------------------------------------|
| | szerkezeti vonal | | észlelő fúrás |
| | vízszintes elmozdulás | | felsőtriász földolomit a felszínén |
| | a fekvés izovonalai | | |

1.sz. ábra

1. sz. ábra. A triász alaphegység felszínének és szerkezetének térképe.

Vízszint-észlelőhelyé való kiképzésük is e két vízvezetőre történt. A fúrások hideg-, illetve langyos pozitív vizet tártak fel, egyben a térség tektonikájára és földtani megismerésére is adatokat szolgáltatottak.

D) Hévízkutató fúrások

A korábbi fúrások hőmérsékletadatainak értékelése alapján a tótól ÉNy-ra lévő feltételezett termikus anomália pontosítására mélyültek. A fúrásokban a főkarsztvízszint már a felsőpannon homokkő harántolásakor beállt.

A H—15 földtani felépítésének különlegessége, hogy 105,3 m vastagságban felső triász kösszeni rétegeket fúrt át.

A fúrások kimutatták azt a Hévízi-tóhoz legközelebb eső szerkezeti zónát, mely mentén a triászból a pannon vízvezető rétegekbe feláramlás van.

Összegezve az A—D pont alatt tárgyalt fúrások eredményeit, azok a következők:

- lényegesen pontosították a Hévízi-tó és környezetének földtani felépítését, tektonikai képét (1. ábra),
- megbízható módon kijelölték a feltételezett termikus anomália helyét, mely az esetleges későbbi hévízpótló mű tervezéséhez használható fel,
- megállapítható volt, hogy a Hévíztől Ny-ra, illetve K-re eső területek termálvizek szempontjából élesen eltérnek egymástól. Ennek lényege, hogy a zalai medence felé eső területekre mélyített fúrások szinte mindegyikének pannon és/vagy triász rétegeiből hévíz nyerhető, míg Hévíztől K-re nem,
- valószínűsíthető, hogy a hévízáramlás területe É-ra és D-re is lehatárolható (K—1 és H—13 langyos vizei),
- a nagyhőmérsékletű vizek a triász felől, egyes, kedvező adottságú vetőkön emelkednek a felsőpannon homokkőig és ezen átszivároghatva jutnak el a Hévízi-tóig.

A fúrások helyét az 1. sz. ábrán mutatjuk be. Az ábrán dolgoztuk fel a térség tektonikai viszonyait, valamint a triászfelszín elhelyezkedését is.

2. A Hévízi-tó állapota 1985-ben

A következőkben összefoglaljuk azokat az ismereteket, melyek alapján képet formálhatunk a Hévízi-tó vízhozamának, vízszintjének, vízhőmérsékletének, vízminőségének és hidrobiológiai állapotának 1985. évi alakulásáról.

2.1. A vízhozam és a vízszint változása

A Hévízi-tóból elfolyó víz hozamának változásait, melyet kétféle módszerrel is mérnek a (2/a) sz. ábrán mutatjuk be. Az ábra 1-gyel jelzett diagramján, a D-i zsilip felvízi vízállásából az 1985. október 31-ig (a beavatkozási munkák kezdetéig) naponta számított vízhozamváltozásokat mutatjuk be. A 2-vel jelzett diagramon

ugyanezen mérőhely köbözéssel hetenként végzett ellenőrzőmérései változásait mutatjuk be. A mért értékekből az éves átlag-, a maximum és a minimum vízhozam a következő:

	1. (számított hozam)	2. (mért hozam) l/s
átlag	307,3	308,6
maximum	354,0	338,0
minimum	224,0	301,0

Mint látjuk, a kétfajta hozamok éves átlagát összehasonlítva a különbség köztük mindössze 1,3 l/sec.

A köbözéssel mért hozamadatokról látható, hogy az 1985-ben mért hozamok általában meghaladták a 300 l/s-ot. A vízhozam enyhén emelkedő irányzatú.

A (2/b) ábrán mutatjuk be a tó 3 helyen regisztrált vízszintjének változásait ugyancsak az 1985. október 31-ig mért adatok feldolgozásával.

Az átlagos, a maximum és a minimum vízszintek a következők:

mérőhely	átlag	maximum	(m. B. f.) minimum
Déli zsilip	108,74	108,75	108,72
Tóközép	108,76	108,80	108,75
Északi zsilip	108,76	108,81	108,74

A forrásbarlang víznyomása a tófelszínhez viszonyítva +1,8 —3,0 cm között változik.

2.2. A Hévízi-tó hőmérséklete

A tóvíz hőmérsékletét 1950-től kezdődően, kisebb-nagyobb kihagyásokkal naponta mérik az A épület északi oldalán lévő lépcsőnél.

Az utóbbi években a napi egy mérésről napi kétszeri mérésre tértek át (reggel 8 óra és 13 óra).

A 2/b ábrán bemutatjuk az ezen a helyen mért tóvízhőmérséklet és a levegőhőmérséklet változásait, a reggel 8 órai mérések alapján.

Az ábrából kitűnik a léghőmérséklet és a tóvíz felszíni hőmérsékletének egyértelmű kapcsolata.

A felszíni vízhőmérséklet 158 napon keresztül volt 28 °C alatt. Ennek ellenére a gyógyászati részlegben (A épület) a közvetlenül, csövön felvezetett melegvíz hatására a hidroterápiás gyógyításhoz szükséges 28 °C vízhőmérsékletet sikerült biztosítani, egészen az épület 1986. év elején bekövetkezett leégéséig!

A forrásbarlangban elhelyezett hőmérséklet-szondák mérései alapján megállapíthatjuk, hogy a forrásbarlangban fakadó forrásvizek hőmérséklete és így a kráter alján a tóba belépő kevert víz hőmérséklete (38,8 °C) sem változott.

A tó hőmérsékletének változásait a felszínen, valamint a felszín alatt 1 és 2 m mélységben

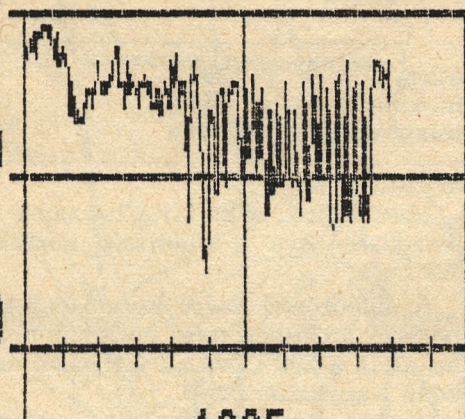
HEVIZI TÓ D ZSILIP HOZAM1

(l/sec)

360.00

270.00

180.00



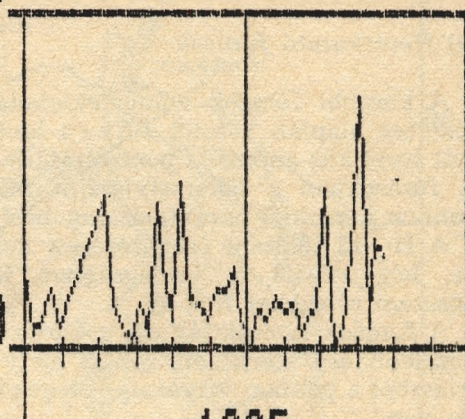
1985

HEVIZI TÓ D ZSILIP HOZAM2

(l/sec)

350.00

300.00



1985

2/a. sz. ábra. A Hévízi-tó vízhozam-diagramjai

HEVIZI TÓ D-I ZSIL. VÍZSZ. HEVIZI TÓ TOKOZÉP VÍZSZ.

mBf

mBf

108.80

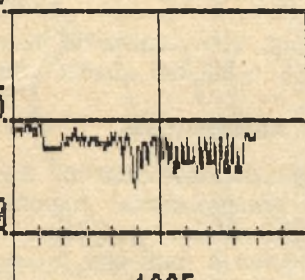
108.90

108.75

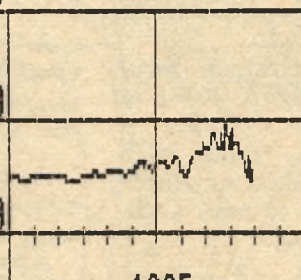
108.80

108.70

108.70



1985



1985

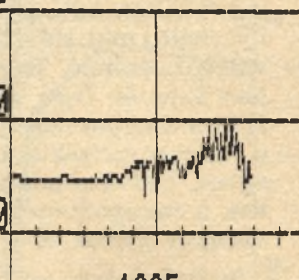
HEVIZI TÓ E-I ZSIL. VÍZSZ.

mBf

108.90

108.80

108.70



1985

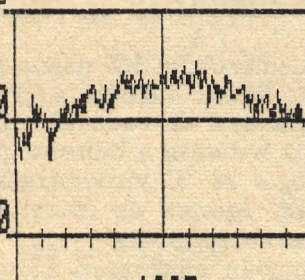
HEVIZI TÓ LEGHÖMÉRSEKLET

°C

50.00

0.00

-50.00



1985

HEVIZI TÓ VÍZHÖMÉRSEKLET

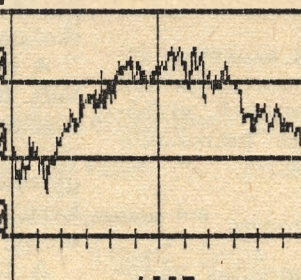
°C

37.50

30.00

22.50

15.00



1985

2b. sz. ábra. A Hévízi-tó vízszint, víz- és léghőmérséklet-diagramjai

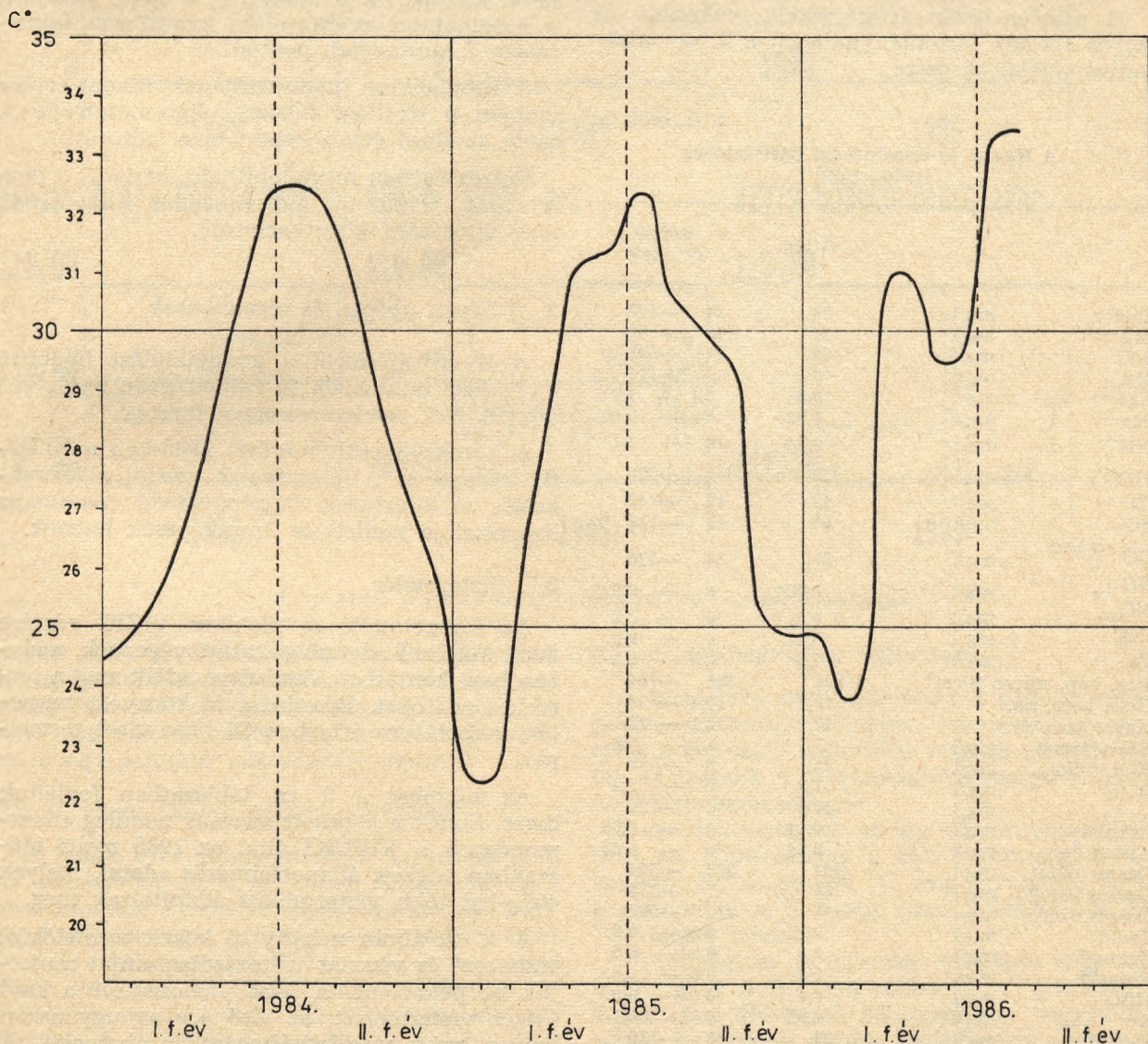
A Hévízi-tó bázisadatai
(1985)

		Átlag	Max.	Min.	
Vízhozam l/s	NYUDUVÍZIG	307,31	354	224	vízállásból számított
	NYUDUVÍZIG	308,61	338	301	köbözés
Vízszint m. B. f.		108,76	108,80	108,75	
Víz hőmérséklet °C 1. ponton		28,2	34,0	19,5	léghőmér- séglet — 12 °C volt
Forrás — kevertvíz-hőmérséklet °C		38,8			
28 °C alatti napok száma az 1. ponton		158			
Víznyomás a forrásbarlangban a tóvízszintre vonatkoztatva, cm		+ 1,8—+ 3			

havonta 38 ponton végzett kézi mérésről is figyelemmel kísérjük.

A 3. sz. ábrán mutatjuk be 1984—1986. I. fél-
évben a tófelszín hőmérsékleti középértékeinek
változásait.

A hőmérséklet trendjében az eltelt időszak-
ban változás nem következett be. 1986. V—VI.
hónapban a szokásosnál alacsonyabb középhő-
mérséklet oka a 15 °C körüli léghőmérséklet.
Megfigyelhető, hogy az 1986. július—augusztusi
hőmérsékletek magasabbak az előző éveknél.



3. sz. ábra. A Hévízi-tó felszíni középhőmérséklete.

A 38 pontos hőmérsékletmérések eredményei alapján a következő általános jellegű megállapítások tehetők:

- a legalacsonyabb felszíni vízhőmérséklet a D-i kifolyó közelében van, a legmagasabb pedig a forráskráter legmélyebb pontja közelében,
- a fentiek mind a nyári, mind a téli időszakban mért hőmérsékletekre vonatkoznak,
- a hőmérsékleteloszlás igen egyenletes, a legmagasabb és legalacsonyabb hőmérséklet közötti különbség 1,5 °C.

2.3. Vizminőségi viszonyok

A VITUKI korábbi, 1984. évi tanulmányában a NYUDUVIZIG 1970—1983. közötti időszak kémiai elemzése alapján megállapította, hogy a Hévízi-tó kifolyójánál vett mintákban, a fenti időszakban érdemi változás nem történt¹⁸.

Az azóta eltelt időszakban — mind a NYUDUVIZIG, mind a VITUKI, mind az OKI által végzett elemzések jó összhangban álltak a korábbi eredményekkel és megállapítható, hogy a tó vízminősége változatlan volt.

A vízelemzések átlagértékeit, valamint az egyes alkotók tartományhatárait a 2. sz. táblázatban foglaltuk össze.

2. sz. táblázat

A Hévízi-tó vízminőségi bázisértékei
(1970—1983)

		Átlag	Szélső értékek
Ca ⁺⁺	mg/l	74	24 — 125
Mg ⁺⁺	mg/l	32	10 — 63
Na ⁺	mg/l	23	14 — 41
K ⁺	mg/l	7	5 — 12
Fe ⁺⁺	mg/l	0,6	0,1 — 1,2
Mn ⁺⁺	mg/l	0,02	0,01 — 0,08
NH ₄ ⁺	mg/l	0,33	0 — 1,1
HCO ₃ ⁻	mg/l	336	342 — 508
Cl ⁻	mg/l	23	12 — 42
SO ₄	mg/l	65	43 — 119
CO ₂ szabad	mg/l	37	33 — 120
NO ₂	mg/l	0,004	0 — 0,012
NO ₃	mg/l	0,2	0 — 3,0
PO ₄	mg/l	0,02	0 — 0,9
Ph	mg/l	7,5	6,3 — 8,5
Vez. kép. micro S/cm ²		656	486 — 764
Össz. kem. nk.		18,4	17,4 — 24
Karb. kem. nk.		17,8	15,1 — 23
KOI (perm)	mg/l	1,7	0,1 — 5,6
KOI (bikr.)	mg/l	15	9 — 49
BOI ₅	mg/l	1,3	0 — 3,4
O ₂ %	mg/l	56	33 — 122
Fenol	mg/l	0,01	0 — 0,03
Anion det.	mg/l	0,04	0 — 0,67
Összes oldat	mg/l	444	359 — 594
Összes lebegő	mg/l	35	1 — 172
Összes száraz	mg/l	457	410 — 598
Jodid	mg/l	0,2	0,01 — 0,8
Bromid	mg/l	0,3	0,04 — 0,5
Fluorid	mg/l	1,4	0,6 — 1,8
HBO ₂	mg/l	0,4	0,05 — 0,8
S ⁻	mg/l	0,05	0,02 — 0,2
H ₂ SiO ₃	mg/l	36	35 — 39
Oldott O ₂	mg/l	5,4	0,3 — 8,4

Megállapíthatjuk, hogy ma még ismeretlen okok miatt (ilyenek lehetnek pl. a mintavétel, elemzés előtti tárolási, elemző laboratóriumok közötti stb. eltérések) a szélső értékek átlagolt való eltérései igen nagyok.

Szinte valószínűtlennek tűnik pl. az, hogy zömében karsztos eredetű víznél a Ca- és Mg-tartalom egy nagyságrenden belül változzon. Ennek megfelelően nagynak tűnik a hidrogén-karbonát tartomány változása is.

Érdemes felfigyelni az összes lebegő anyag tartomány hatáira is (1—172 mg/l), amely — ha valóság — két nagyságrendi változás lehetőségét mutatja.

2.4. Hidrobiológiai helyzet

A Hévízi-tóban a víz tartózkodási idejének megnövekedése miatt várhatóan változás következik be a tó hidrobiológiai állapotában. A változások nyomonkövetésére 1984-ben két, 1985-ben egy alkalommal — nyáron — történt állapotfelmérés.

A vizsgálatok eredményeit a munkát végző VITUKI foglalta össze (22., 23., 24.). A vizsgálatok kiterjedtek a bakterió-, a fito-, valamint a zooplankton kvalitatív és kvantitatív felmérésére 7 mintavételi ponton.

A fitoplankton biomasszájának átlagos értéke alapján a trofitási fokozat oligo-mezotrofikus, mely az előző évhez képest nem változott.

Összességében megállapítható, hogy „...nem lehet a Hévízi-tó hidrobiológiai állapotának megváltozására következtetni”.

3. A hévízi gyógy- és termálkutat

A Hévízi-tó körül a gyógyüdülést biztosító különböző üdülőkben és szállodákban nyolc kút adatait heti rendszerességgel mérték.

A kutak állapotfelmérését 1985-ben a VITUKI végezte el¹⁵. Véleményük szerint a termálkutat a tóforrások megengedhető maximális depressziója mellett is üzemképesek lesznek.

3.1. Víztermelés

Az üzemeltetők az illetékes VÍZIG részére éves, kötelező adatszolgáltatást végeznek, melyben havi bontásban, összesítve adják meg a termelési adatokat. Eszerint a tó környéki termelőkutakból éves átlagban 36 l/sec vizet termelnek.

Az adatokat a 3. sz. táblázatban foglaltuk össze. Ennek a jelentett adatnak némileg ellentmondanak a VITUKI által az 1985 nyári időszakban végzett állapotfelmérés adatai, melyek 40%-kal több víztermelést állapítottak meg.

A 4. sz. ábrán néhány tó közeli termelőkút, vízhozam és vízszint változási diagramját mutatjuk be példaként. A felső vízhozamsor a havi összes víztermelést, az alsó sor az ugyanazon helyen mért vízszintváltozásokat ábrázolja. A vízszintdiagramokból láthatjuk, hogy a vízter-

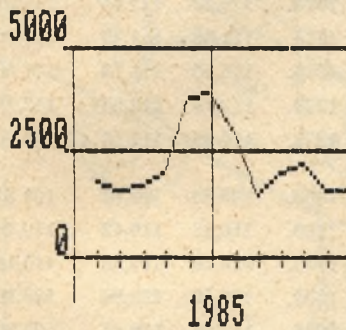
A hévízi gyógy- és termálkutak 1985. évi állapotadatai

A termelő kút megnevezése	m ³ /nap	Víztermelés l/perc	l/sec	Hőmérséklet °C	Vízállás m. B. f.
György + Rákóczi	551,5	383	6,4	41,8	108,35
Fontanális	244,8	170	2,8	41,9	111,21
Postás	72,0	50	0,8	42,9	110,85
Bányász	374,4	260	4,3	36,0	110,48
Termál	446,4	310	5,2	42,2	110,66
SZOT I.*	187,2	130	2,2	38,3	110,65
SZOT III.*	116,6	81	1,4	—	110,55
SZOT IV.**	1107,4	769	12,8	—	112,80
Összesen:	3100,3	2153	35,9	—	—

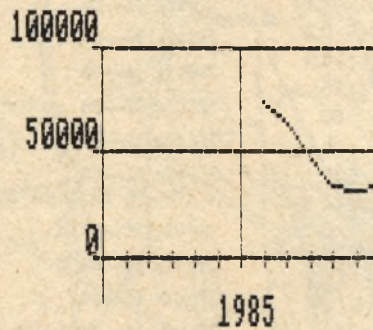
*Csak I. félévben üzemelt

**Csak II. félévben üzemelt

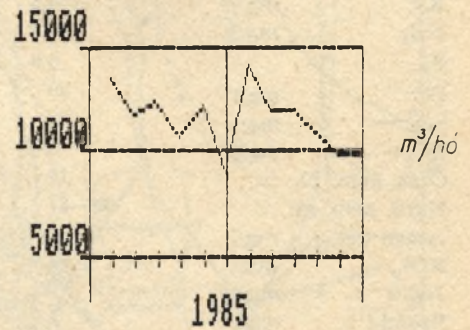
HEVIZ POSTAS UDULO HOZAM



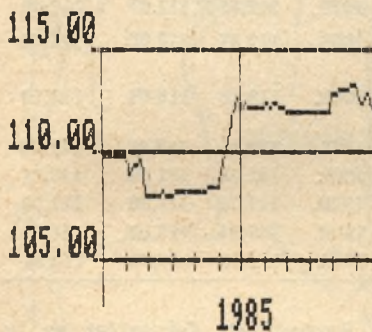
HEVIZ SZOT IV. HOZAM



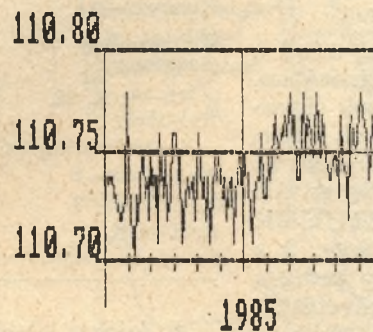
DOBOGOI VIZMU HOZAM



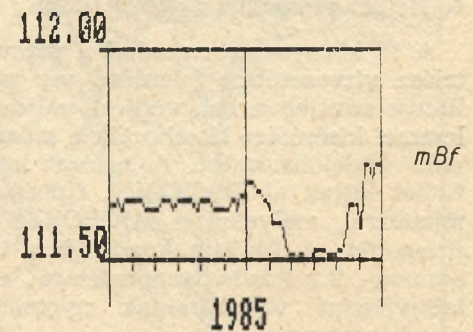
HEVIZ B-4/a POSTAS UDULO



HEVIZ SZOT N-2



HEVIZ DOBOGO KARSZTAKNA



4. sz. ábra. A termelőkutak vízhozam- és vízszint-diagramjai.

melés nem egyenletes, sem az év különböző hónapjaiban, sem egy napon belül. Néhány nap kinagyított mérési adatait vizsgálva megállapítható volt egy hajnaltól kb. 10–11 óráig tartó, majd egy délutáni víztermelési csúcs.

3.2. A termelőkutak vízszintváltozásai

A kutak éves átlagvízszintjét ugyancsak a 3. sz. táblázatban foglaltuk össze. A részletes mérési adatokat értékelve megállapíthatjuk, hogy összességében sem a hideg, sem a meleg ágon lényeges változás nem történt, sőt, a meleg oldalon átlagosan 0,1 m-es nyomásemelkedést lehetett kimutatni (–0,2)–(+0,5) m szélső értékekkel. A 4. sz. ábra alsó részén néhány termelőkút vízszintváltozásait mutatjuk be.

3.3. A vízhőmérséklet változásai

A termálvíz, mely általában a pannon rétegekből származik, zömében karsztvíz eredetű, mely a vízvezető tektonikai vonalak mentén tör fel, és áramlik a jó vízvezetőképességű f. pannon homokkőrétegekbe.

A pannon víztartók, és így a kitermelésre kerülő víz hőmérséklete a Hévíz–Egereg, É–D vonaltól Ny-ra 38–50 °C, míg e vonaltól K-re a pannonból is a hideg vízre jellemző 10–15 °C vizeket emelik.

„A térségben az áramlás általános képe az utóbbi évek során nem változott...” a termelőkutak és a Hévízi-tó hőmérséklete, vagyis vizeinek keveredési aránya észlelhetően nem változott a korábbiakhoz képest.²⁰

A Hévízi-tó környéki *termelőkutak* vizének *kémiai összetételében* az elmúlt két év során, hasonlóan a tóhoz, *érdemi változás nem történt.*

A termelőkutak legfontosabb vízminőségi alkotóinak átlagértékeit a 4. sz. táblázatban foglaltuk össze.

4. sz. táblázat

A termelőkutak legfontosabb vízminőségi alkotóinak átlagértékei

		Hidegoldal	Melegoldal
Ca++	mg/l	77	82
Mg++	mg/l	30	56
Na+	mg/l	23	8,6
K+	mg/l	7,5	2,1
NH ₄	mg/l	0,6	0,2
P _h		6,8	7,0
Cl ⁻	mg/l	25	15
SO ₄ —	mg/l	46	88
NO ₃ ⁻	mg/l	0,03	0,5
Össz. kem. nk.	°	13	26
Karb. kem. nk.	°	17	21
Anion det.	mg/l	0,05	0,02
KOI _p	mg/l	1,8	0,7
Jodid	mg/l	0,1	0,1
Bromid	mg/l	1,0	0,6
Fluorid	mg/l	1,9	0,8

4. Hévízi regionális észlelőhálózat

A tó környezetében mind a pannon, mind a triász vízvezetőben jelenlévő víz nyomásában, illetve szintjében bekövetkező változások figyelemmel kísérésére létrehozták a műszeres regionális észlelőhálózatot. A hálózat keretében 30 fúrást láttak el DATAQUA típusú regisztráló műszerrel, melyeket a MICROSYSTEM GMK üzemeltet. A fúrások közül 19 a triász-, 2 a pannon-, 2 a közös pannon-triász-, egy pedig a talajvízszint változásainak nyomonkövetésére van kiképezve.

A hévízi távolabbi észlelőhálózathoz tartoznak azok a megfigyelőhelyek is, melyeket eddig is és a jövőben is a NYUDUVÍZIG üzemeltet.

A megfigyelőkutak átlagos, maximum és minimum értékeit a bázisúvre, 1985-re vonatkozóan az 5. sz. táblázatban foglaltuk össze.

Hévíz térségében a főkarsztvíz-rendszert az utánpótlódást figyelembe véve három területre bonthatjuk, mégpedig:

- melegág, vagy -oldal,
- kevert vizű, vagy langyos oldal,
- hidegág, vagy -oldal.

A hévízi térségben általános, 0,1 m-es vízszintemelkedést ($\pm \varnothing$ —+ 0,3 m között) észleltünk, kivéve a melegág ún. „SZOT-rész”-ét és a D-i és DK-i langyos vizű területet, ahol változás 1985-ben nem történt.

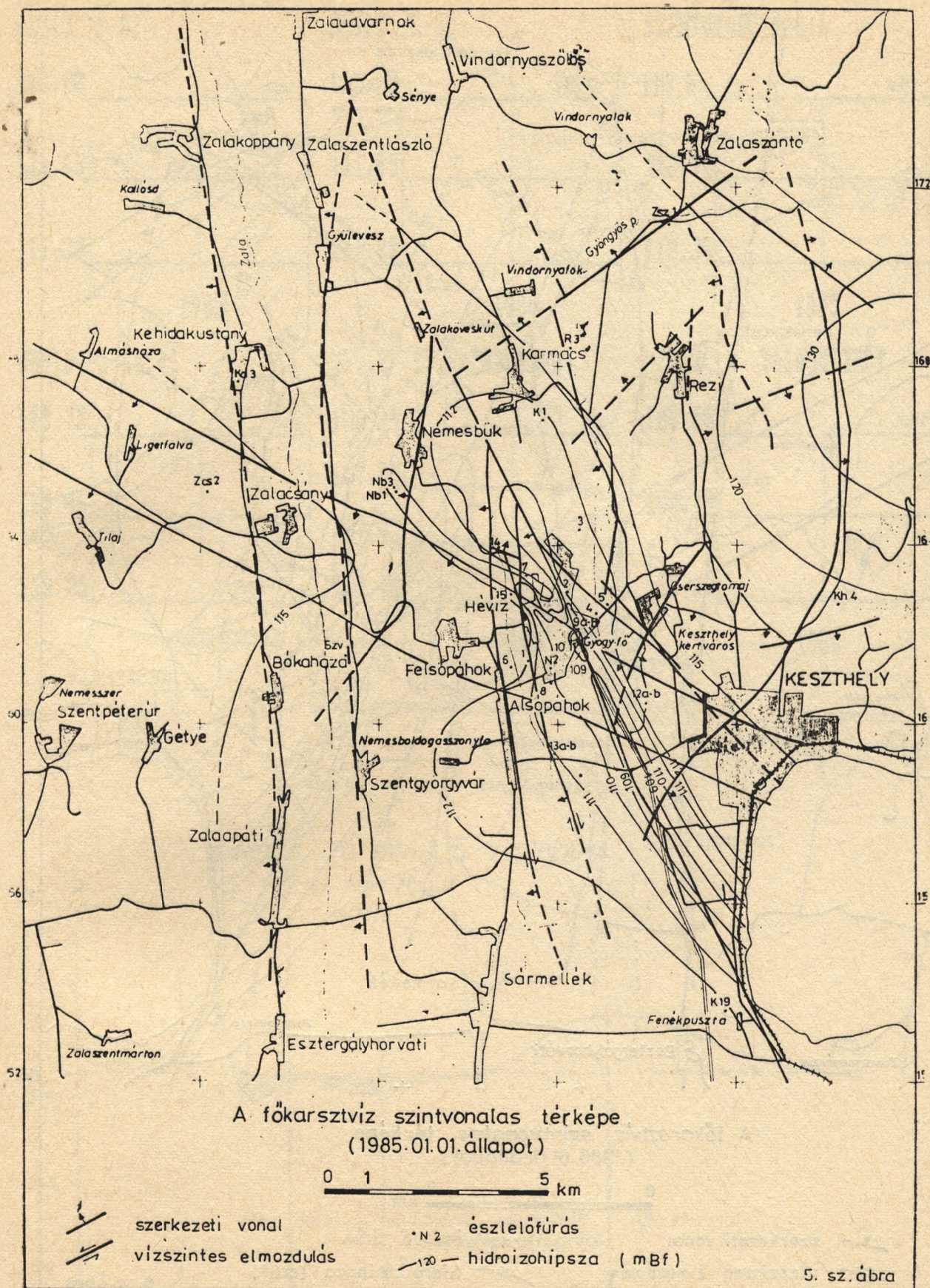
A hévízi megfigyelőkutak vízállásainak bázisadatai

Megfigyelőkút neve	Létesítés éve	1985. évi átlag	Vízszint max.	(m. B. f.) min.
Hévíz 1. talajvízkút	1982.	107,66	107,90	107,21
Hévíz 2. talajvízkút	1982.	107,42	107,92	107,25
Hévíz 3. talajvízkút	1982.	108,58	108,66	108,47
Hévíz 4. talajvízkút	1982.	108,14	108,31	107,91
Hévíz 5. talajvízkút	1982.	108,38	108,71	107,98
Hévíz 6. talajvízkút	1982.	108,25	108,46	107,97
Hévíz 7. talajvízkút	1982.	108,77	108,89	108,52
Hévíz 8. talajvízkút	1982.	108,29	108,48	108,02
Hévíz 9. talajvízkút	1982.	108,74	108,85	108,57
Hévíz H—01	1976.	111,74	111,93	111,59
Hévíz H—02	1976.	111,48	111,67	111,34
Hévíz H—03	1976.	111,52	111,80	111,31
Hévíz H—04	1976.	111,52	111,70	111,38
Hévíz H—05	1976.	111,55	111,76	111,39
Hévíz H—06	1978.	112,79	112,95	112,55
Hévíz H—07	1978.	111,99	112,15	111,85
Hévíz H—08 (B—16 Honvéd ü.)	1983.	108,88	109,93	105,81
Hévíz H—09/A	1985.	110,32	110,42	110,19
Hévíz H—09/B	1985.	110,29	110,38	110,18
Hévíz H—10	1985.	109,50	109,62	109,19
Hévíz H—11	1985.	110,04	110,15	109,90
Hévíz SZOT N—2	1983.	110,74	110,78	110,70
Hévíz SZOT II.	1911.	108,19	108,40	107,88
Karmacs—1	1978.	111,51	111,67	111,39
Kehida—3 K. 4. Keszthely	1963.	113,37	113,52	113,24
Kh—4; K. 22. Keszthely	1968.	118,28	118,64	118,10
K—19 Rostkikész.	1965.	112,25	112,47	112,00
Nemesbük—1	1961.	121,28	121,70	120,71
Nemesbük—3	1969.	111,72	111,89	111,52
Rezi—3 K. 1.	1969.	117,11	117,57	116,74
Szentgyörgyvár—1	1978.	112,76	112,92	112,57

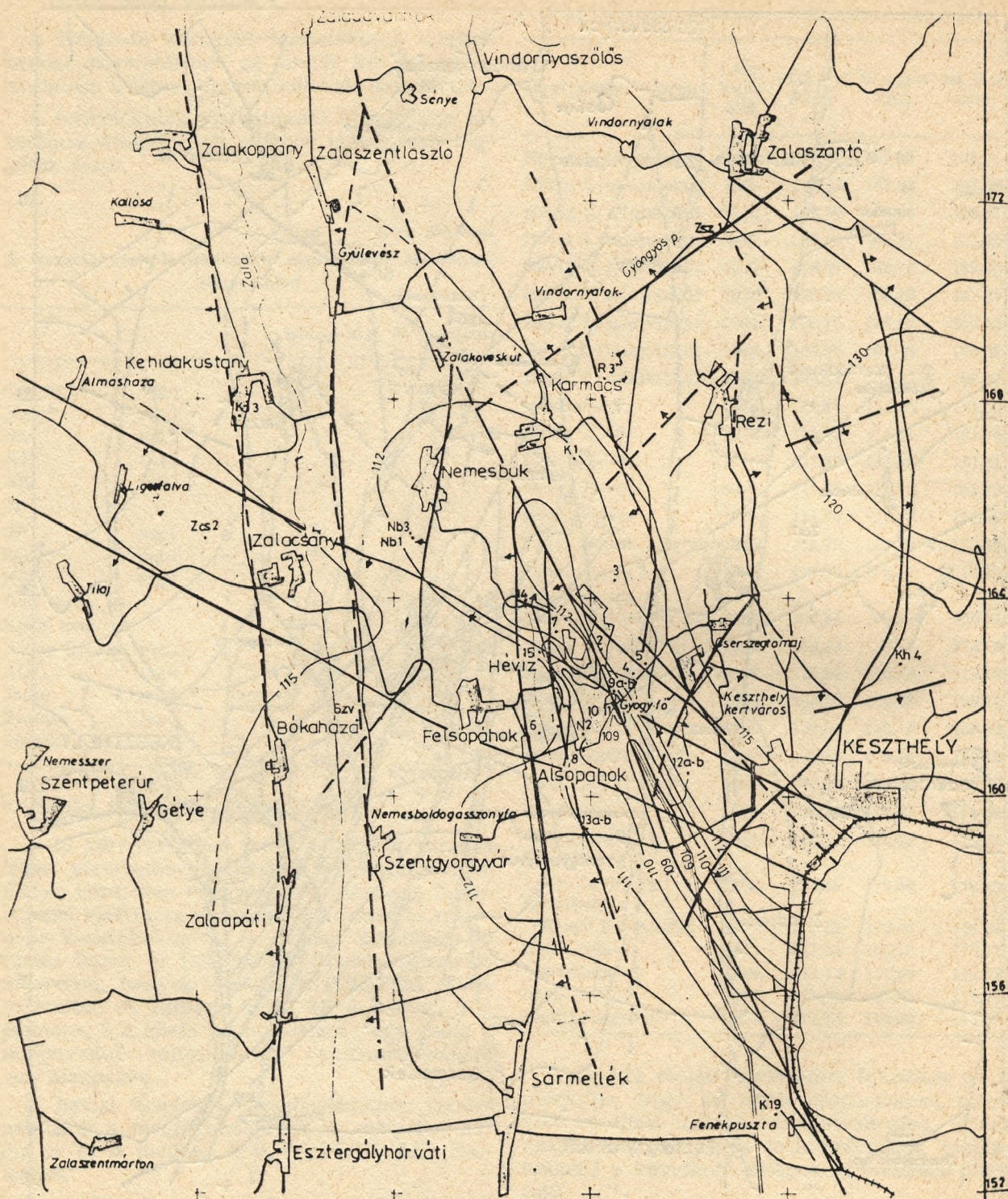
A fejezet elején ismertetett felosztást az is indokolja, hogy az egyes csoportokban eltérő volt az eltelt időszak vízszintváltozása. Ennek megfelelően az egyes területrészekben, csoportonként a következő átlagos változásokat mértük:

- melegoldal
 - távoli területek: + 0,1 méter
 - közeli „gyógyrész”: + 0,3 „
 - közeli „SZOT-rész”: ± 0 „
 - langyos oldal ± 0 „
- hidegoldal:
 - távoli területek: + 0,2 „
 - közeli területek: + 0,1 „

Az 1985. január 1. állapotú főkarszt-vízszint-vonalas térképet (5. sz. ábra) összehasonlítva az 1986. január 1. állapotú hasonló tartalmú térképpel (6. sz. ábra) a következőket állapíthatjuk meg:



5. sz. ábra. A főkarsztvíz szintvonalas térképe (1985. 01. 01 állapot).



A főkarsztvíz szintvonalas térképe
(1986. 01. 01. állapot)

0 1 5 km

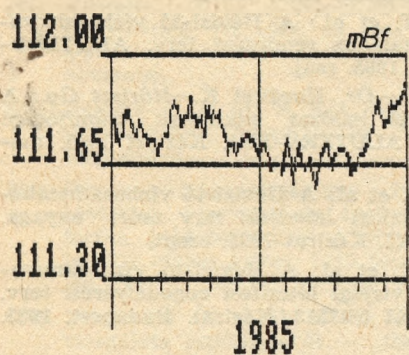
—▲— szerkezeti vonal
—=— vízszintes elmozdulás

• N2 észlelő fúrás
—110— hidroizohipsza (mBf)

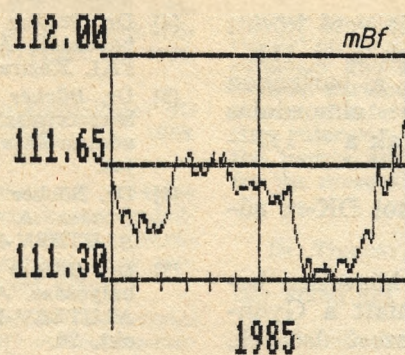
6. sz. ábra

6. sz. ábra. A főkarsztvíz szintvonalas térképe (1986. 01. 01. állapot).

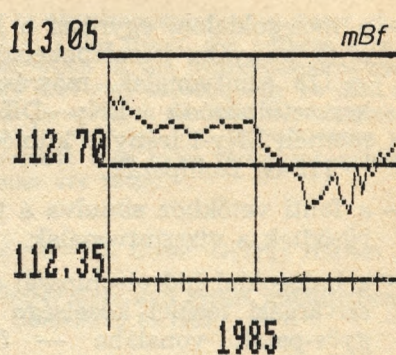
HEVIZ H-01



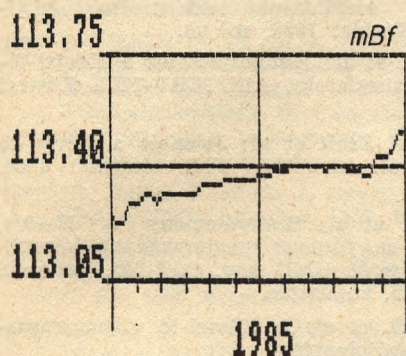
HEVIZ H-03



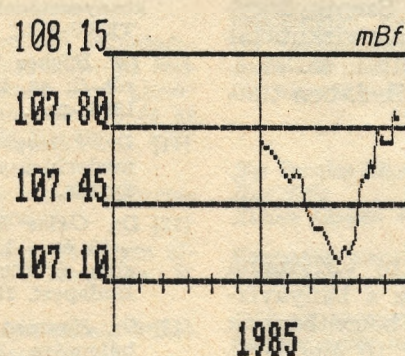
SZENTGYORGYVÁR-1



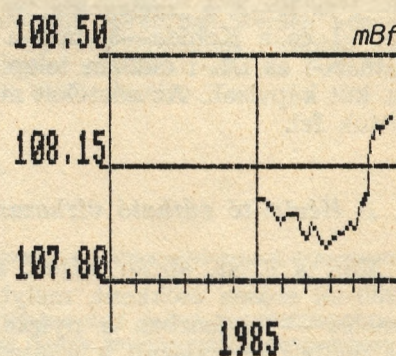
KEHIDA-3 K.4.



HEVIZ 1. TALAJVIZKUT



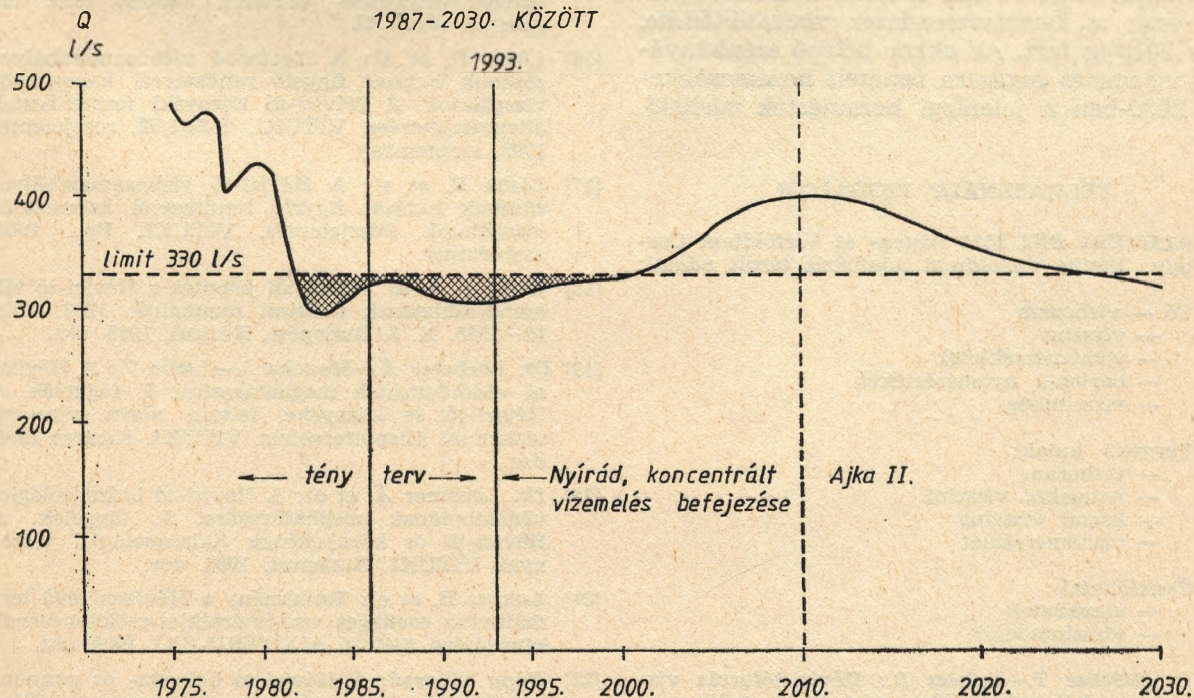
HEVIZ 4. TALAJVIZKUT



7. sz. ábra. Az észlelőfúrások vízszint-diagramjai.

A HÉVÍZI - TÓ VÁRHATÓ VÍZHOZAMA

1987-2030. KÖZÖTT



8. sz. ábra. A Hévíz-tó várható vízhozama.

- a Hévízi-tavat körülveszi a +109-es hidroizohipsza, mely DK felé egy kissé megnyúlt,
- a melegoldalon, egyrészt a két vető között a tó irányába közelebbkerültek a +110—+115 szintvonalak, másrészt a barlangon keresztülhúzódkó ÉNy—DK-i elmozdulás mentén ÉNy-i irányba kitolódtak a +111—+113-os izohipszák,
- a fenti vetőkhöz simulva a tótól DK-re sűrűsödtek a vízszintvonalak,
- a hidegoldal hidroizohipszái a közvetlen beszivárgási terület közelsége miatt a Gyöngös-patak vonalába — összesűrűsödtek, attól ÉK felé kitágultak.

Néhány jellemző vízszintdiagramot mutatunk be a 7. sz. ábrán, melyen a „hidegoldal”-t a H—1 és H—3, a „melegoldal”-t a Szentgyörgyvár—1 és a Kehida—3, míg a talajvízkutakat a tó K-i és DK-i oldalán telepített 1. sz. és 4. sz. kút képviseli. Az adatokat m. B. f.-ben tüntettük fel.

5. A Hévízi-tó várható vízhozama

Mint a 8. sz. ábrán látjuk, a tó vízhozama 1980-tól erősen csökkent, melyhez a bányavíz-emelés — elsősorban a nyírádi bauxitbányák — mellett hozzájárult a mintegy 10 éve tartó csapadék- és beszivárgáshiány is. A vízhozam-csökkenés mérséklésére a Bakonyi Bauxitbánya tervszerűen csökkentette vízemelését, mely az 1978-as 305 m³/min-ről 1985-re 238 m³/min-re, azaz 22⁰/₆-kal csökkent. A csökkentés hatására a tó vízhozama a mélypontról 317 l/sec-re növekedett. A tervek szerint a nyírádi koncentrált vízemelés 1993-ra megszűnik. A tó vízhozama előreláthatóan 1993-ig a jelenlegi szinten marad, majd megkezdődik a lassú hozamnövekedés, majd a karsztvízrendszer visszatöltődése, mely 2010-ig tart. Az ekkor belépő szénbányászati vízemelés hatására ismételt hozamcsökkenés, 2030-ban a jelenlegi hozamérték várható.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ALUTERV-FKI M24 Bánya- és Vízföldtani Osztály: Hévízi vízföldtani adatbázis tárolt adatai:

Tó — vízhozam
 — vízszint
 — vízhőmérsékletek
 — barlangi nyomásértékek
 — vízminőség

Termelő kutak:
 — vízhozam
 — nyugalmi vízszint
 — üzemi vízszint
 — vízhőmérséklet

Észlelőkutak:
 — alapadatok
 — vízszintadatok

- [2] Dr. Böcker T.—Lukács B.: Hévízi-tóforrás vízhozamszabályozása (Elvi vízjogi engedélyezési terv). ALUTERV-FKI. Kézirat 1984. okt.

- [3] Dr. Böcker T.—Hóriszt Gy.—Liebe P.: Hévízi-tó vízhozamszabályozásával kapcsolatos észlelési rendszer. (Adatszolgáltatás, feldolgozás). ALUTERV-FKI. Kézirat 1985. márc.
- [4] Dr. Böcker T. et al.: A Hévízi-tó vízhozamszabályozása. Általános rendezési terv. ALUTERV-FKI. Kézirat 1985. máj.
- [5] Dr. Böcker T.—Dr. Hoványi K.—Hóriszt Gy.: A karsztvízészlelő hálózat adatainak számítógépi adattárolása. ALUTERV-FKI. Kézirat 1985. május.
- [6] Dr. Böcker T. et al.: A Hévízi-tó vízhozamszabályozása. A vízjogi létesítési terv zsűri anyaga. ALUTERV-FKI. Kézirat 1985. szept.
- [7] Dr. Böcker T. et al.: A Hévízi-tó vízhozamszabályozása. A vízjogi létesítési engedélyezési terv. ALUTERV-FKI 5/42513. Kézirat. Budapest, 1985. okt. 20.
- [8] Dr. Böcker T. et al.: A Hévízi-tóforrás vízhozamszabályozása. Vízföldtani modell. ALUTERV-FKI. Kézirat 1985. nov.
- [9] Dr. Böcker T. et al.: A Hévízi-tó és közvetlen környezetének vízföldtani feldolgozása. ALUTERV-FKI. Kézirat 1986. május.
- [10] Dr. Böcker T. et al.: Állapotjelentés a Hévízi-tóról (1. sz. bázisadatok). ALUTERV-FKI. Kézirat 1986. nov.
- [11] Dr. Félegyházi Zsolt et al.: Jelentés a Hévízi-tó mederfúrásáról. ALUTERV-FKI. Kézirat 1985. április.
- [12] Dr. Gálos M. et al.: Szakvélemény a H—9/a, —10 és —11 sz. fúrások maganyagának kőzetfizikai értékeléséről. BME Ásv. és Földt. Tanszék. Budapest, 1985. augusztus.
- [13] Dr. Haszpra O. et al.: A Hévízi-tó vízhozamszabályozása. Zárójelentés:
 — vízhozammérő berendezések
 — a barlang hidrodinamikai terhelése
 — vízszétosztás a szivattyúk nyomóoldalán
 — zárókövetkeztetések.
 BME Vízép. Tansz. 1985. okt. 15.
- [14] Liebe Pál et al.: A Hévízi-tó hidrogeológiai védőidomának meghatározása. VITUKI Bp. 1984. december.
- [15] Liebe P.—Dr. Rádai Ö.: A Hévízi-tó vízhozamszabályozásának hatását figyelő rendszerrel kapcsolatos vizsgálatok. 1985. nyári termovíziós felvételek értékelése. VITUKI. Kézirat 1985. augusztus. 7624/1/32.
- [16] Liebe P. et al.: A Hévízi-tó vízhozamszabályozásának hatását figyelő rendszerrel kapcsolatos vizsgálatok. A Hévízi-tó környéki termelőkutak állapotfelmérése. VITUKI. 7624/1/32. részjelentés 1985. szeptember.
- [17] Liebe P. et al.: A Hévízi-tó vízhozamszabályozásának hatását figyelő rendszerrel kapcsolatos vizsgálatok. Részjelentés. VITUKI. Bp. 1985. szeptember.
- [18] Liebe P. et al.: Szakértői jelentés a Hévízi-tó téli hőmérsékletének védelmi munkáiról. 1983. XI. 19—1985. X. 3. Budapest, Kézirat, 1985. okt.
- [19] Dr. Lorberer Á.—Maucha L.—Liebe P.: A Hévízi-tó védőidomának meghatározása. 2. függelék. A Hévízi-tó és környéke felszín alatti vizeinek vízkémiai állapotfelmérése. VITUKI. Kézirat 1984. dec.
- [20] Dr. Lorberer Á. et al.: A Hévízi-tó hidrogeológiai védőidomának meghatározása. 1. függelék. A Hévízi-tó és környékének hidrogeológiai viszonyai. VITUKI. Budapest, 1984. dec.
- [21] Lukács B. et al.: Tanulmány a Hévízen lévő termálkutak esetleges vízhőmérséklet-csökkenésének kivédésére. 6/41035 ALUTERV-FKI. 1986. okt.
- [22] Nagy Tiborné: A Hévízi-tó holocén- és pannonképződményeinek palinomorpha-vizsgálata (Tó—1/1 és Tó 5). MÁFI 1985. VI. 25.

- [23] Németh J. et al: A Hévízi-tó hidrogeológiai véddődomának meghatározása. 3. függelék. A Hévízi-tó hidrobiológiai állapotfelvele. VITUKI. Bp. 1984. november.
- [24] Németh J. et al: A Hévízi-tó hidrobiológiai állapotfelvele. Az 1984. és 1985. nyári hidrobiológiai állapotok összehasonlítása. VITUKI Bp. 1985. november.
- [25] Németh J. et al: A Hévízi-tó hidrobiológiai állapotfelvele (részjelentés). VITUKI Bp. 1986. szeptember.
- [26] Országos Közegészségügyi Intézet V. 1442—1446.1985. vizelemzése, 1442 forráskráter hidegforrás, 1443 forráskráter folyosó, 1444 forráskráter kis meleg forrás, 1445 forráskráter nagy meleg forrás, 1446 forráskráter kevert víz.
- [27] Dr. Rádai Ö. et al: Hévíz, tóforrás termovíziós vizsgálata repülőgépről — „földi” referencia-méréssel 7624/1/3 témajelentés. VITUKI Bp. 1984.
- [28] Dr. Rádai Ö. et al: A Hévízi-tó téli vízhőmérséklet védelmével kapcsolatos munkák. VITUKI. Kézirat, 1985. június. (1985. V. termovíziós felvételek értékelése).
- [29] Dr. Rádai Ö. et al: A Hévízi-tó téli vízhőmérséklet védelmével kapcsolatos munkák; a) termovíziós légi felvétel + 38 ponton havi „kézi” hőmérsékletmérés, b) mederfenék-felmérés és az iszapvastagság térképezése. VITUKI Bp. 1985. június 17.
- [30] Dr. Rádai Ö. et al: A Hévízi-tó vízszintsüllyesztése. VITUKI. Kézirat 1986. március.
- [31] Szilágyi K. et al: Hévíz-Tófürdő forrásterem állapotfelvele. (Fotódokumentáció). Amphora B. C. Bp. 1985. december.
- [32] Vargay Z. et al: Hévízi-tó talajvízkutak. Részjelentés. VITUKI. Bp. 1982. december.
- [33] Dr. Végh Gy. et al: Zárójelentés a „Hévízi tófenékfúrások gyógyiszap elemzése, palinológiai, zoológiai és mikrofaunaflóra vizsgálata” című megbízásos kutatómunkáról. ATE. Keszthely, 1985. május. Kézirat.

Dr. Tivadar Böcker—Pál Liebe—György Hóriszt

The state of Lake Hévíz and its immediate neighbourhood in 1985

Prior to setting to implementation of a water yield regulation project in Lake Hévíz, the authors give a summary and description of the hydrogeological-hydraulic parameters that may subsequently be used as a base of reference in assessing the effects of engineering interventions. In the rich list of references all the papers and reports that have served as a basis for the present paper are listed.

Dr. Tivadar Böcker—Pál Liebe—György Hóriszt

Der Stand des Hévizzer Sees und seiner unmittelbaren Umgebung in 1985

Noch vor der Inangriffnahme der geplanten Wasserschüttungsregelung des Hévizzer Sees werden diejenigen hydrogeologischen-hydrologischen Parameter zusammengefasst und angeführt, mit welchen — als einer Basis — die Folgen des Effektes der Ingenieur-Einmischungen nachfolgend verglichen werden können. Im reichlichen Literaturverzeichnis werden die Aufsätze und Berichte angeführt, die als Grundlage für die vorliegende Studie dienen.

Д-р Тивадар Бёккер
Пал Либе
Дьёрдь Хёрист

Состояние озера Хевиз и его непосредственной окрестности в 1985 г.

Перед началом намеченных работ по урегулированию расхода воды озера Хевиз авторы статьи резюмируют и описывают гидрогеологические—гидравлические параметры, к которым — как базе — можно будет приравнять последствия влияния инженерных мероприятий по озеру. В довольно обширном списке литературы дается перечень статей, отчетов и т. п., послуживших основой для составления статьи.

DATAQUA SYSTEM vízszintregisztráló rendszer

A karsztvíz-megfigyelő kutak vízszintjének állandó figyelésére, mérésére a MICROSYSTEM GMK kifejlesztett egy mérőrendszert. A DATAQUA SYSTEM mérőhelyre telepített terepi műszerből és hordozható adatkinyerőből áll.

A terepi egység érzékelője mozgó mechanikus alkatrész nélküli kapacitív kábelszonda. 5, illetve 10 méteres mérési hosszal. Maximum 500 méter hosszú acélbetétes kábel köti össze a felszíni mikroprocesszoros egységgel, amely beállítható gyakorisággal (például félóránként) megméri a vízszintet és az eredményt (maximum 2000 adatot) az adatkinyerésig saját memóriájában tárolja. Hat darab hosszú élettartamú elemmel a berendezés közel egy évig üzemel.

Az adatkinyeréshez hordozható táská szolgál, amellyel havonta ki kell nyerni a mérési eredményeket. Az adatok magnetofonkazettára kerülnek, ezt számítógép (általában Commodore-64) olvassa be és dolgozza fel. Diagramok, táblázatok készülhetnek, létrehozható mágneslemezen kis adatbank is.

A vizsgálatok szerint a 10 méteres kábelszonda pontatlansága a teljes hossza vonatkozóan 8 cm körül van.

Több éve működnek ilyen berendezések a Bakonyi Bauxitbánya, a Bauxitkutató Vállalat, a Tatabányai Szénbányák, az ALUTERV tulajdonában, főleg Hévíz és Nyírad területén.

A Középdunántúli Vízügyi Igazgatóság részére az eddigi hét műszer után újabb tíz kerül felszerelésre. Itt a Commodore gépre kis adatbázist is létrehozta.

A Dunántúli-középhegység DATAQUA víz-nívó adatait az ALUTERV IBM PC-re épülő adatbank fogja össze.

A MICROSYSTEM GMK sikereket ért el a felszíni vizek nívójának mérésére alkalmas berendezés fejlesztésében is. A mechanikus elemeket is tartalmazó műszer mikroprocesszor vezérlése alatt működik, a gyűjtött adatok mag-

netofonkazettára kerülnek és számítógéppel közvetlenül feldolgozhatók. A szintmérés pontatlansága több tízméteres hosszon is csak 1—2 cm. A vízszintet 1 cm-es felbontással követi, akkor is, ha a vízszint igen gyorsan változik. Memóriája 8000 adatot tud tárolni, ez abban az esetben is elegendő egy hónapra, ha a vízszint 5 és fél percenként 1 centimétert változik.

F. K.

A bányászat vízemelése a Dunántúli-középhegységben

m ³ /min.	1985	1986	Változás m ³ /min %	
<i>Dorogi Szénbányák</i>	24,8	17,6	— 7,2	— 29
<i>Tatabányai Szénbányák</i>	193,8	222,3	+ 28,5	+ 15
— ebből				
Tatabánya	67,2	56,9	— 10,3	— 15
Mány	13,6	33,1	+ 19,5	+ 143
Csordakút	36,8	41,7	+ 4,9	+ 13
Nagygyháza	66,2	90,6	+ 24,4	+ 37
<i>Oroszlányi Szénbányák</i>	2,9	3,7	+ 0,8	+ 28
<i>Veszprémi Szénbányák</i>	73,4	86,6	+ 13,2	+ 18
— ebből				
Balinka	10,9	11,6	+ 0,7	+ 6
Várpalotai-med.	38,4	45,0	+ 6,6	+ 17
Dudar	1,7	3,1	+ 1,4	+ 82
Ajakai-med.	22,4	26,9	+ 4,5	+ 20
Szénbányászat összesen	294,9	330,2	+ 35,3	+ 12
<i>Fejér Megyei Bauxitbányák</i>	82,0	91,4	+ 9,4	+ 11
— ebből				
Kincsesbánya	82,0	90,2	+ 8,2	+ 10
Fenyőfő	—	1,2	+ 1,2	—
<i>Bakonyi Bauxitbánya</i>	247,2	248,5	+ 1,3	+ 1
— ebből				
Halimba	9,5	9,6	+ 0,1	—
Nyírad	237,7	238,9	+ 1,2	+ 1
Bauxitbányászat összesen	329,2	339,9	+ 10,7	+ 3
<i>Ürküti Mangánércb.</i>	4,1	5,3	+ 1,2	+ 29
Bányászat összesen	628,2	675,4	+ 47,2	+ 8
— ebből karsztvíz	623,1	669,7	+ 46,6	+ 7
— ebből rétegvíz	5,1	5,7	+ 0,6	+ 12

A Dunántúli Középhegység főkarsztvíz-tárolójában és a kapcsolódó vízrendszerekben bekövetkezett változások

A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolójából történő, a beszivárgásból származó utánpótlódást meghaladó, elsősorban bányászati, víztelenítési célú vízkitermelés hatására a teljes tárolóra kiterjedő vízszintsüllyedés, illetve nyomáscsökkenés következett be, amellyel a karsztforrások nagy részének elapadása, a peremi termálforrások hozamcsökkenése, vízminőség-változások, a karsztvízháztartás gyökeres átalakulása és a kapcsolódó réteg- és talajvíztartók kisebb mértékű nyomáscsökkenése, ill. vízszintsüllyedése, s a felszíni vízháztartás kisebb változása jártak együtt. Ezeket más természeti tényezőkkel együtt egyre szélesebb, komplex rendszerben vizsgálják. A tanulmány a változásokat és azok vízgazdálkodási hatásait tekinti át.

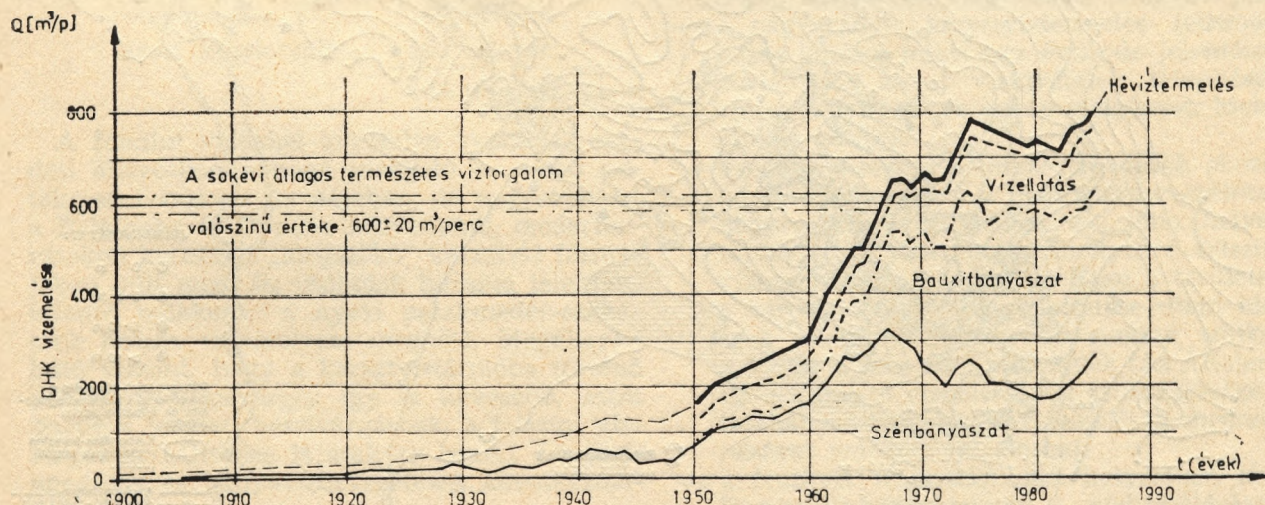
A Dunántúli középhegységben folyó bányászati víztelenítés az egyéb célú vízkitermelésekkel együtt a nyolcvanas évek közepére elérte a 800 m³/min mennyiséget (1. ábra), s már a hatvanas évek vége óta meghaladja a főkarsztvíztároló 1500 km²-es beszivárgási felületén sokéves átlagban 5—700 m³/min körüli értékre becsült mennyiséget, amit még súlyosbít, hogy az utóbbi 20 évben a csapadék, ill. a beszivárgás mennyisége kisebb, mint a sokéves átlag (2. ábra). Mindezek következménye a főkarsztvíztároló teljes területére (a Balatonfelvidék és néhány kisebb terület kivételével) kiterjedő regionális vízszintsüllyedés, ill. nyomáscsökkenés

(3. ábra). Az átlagos vízszintsüllyedés értéke a mintegy 3000 km²-es szabadfelszínű karsztterületen 30 m, s évi 1—2 m-rel növekszik. A nyomáscsökkenés a feszített tükrű karsztterületeken nagyobb méretű, s a peremi termálvízű karsztrendszerekre is kiterjed. A Hévízi-tó és Budapest környékén a nyomáscsökkenés mértéke egy nagyságrenddel kisebb (0,2 m/év) (6. ábra), ami részben azonos szinten csökkenő hozammal túlfolyó hévforrások nyomásstabilizáló hatásának, részben ezen területek hidrologiai elszigeteltségének köszönhető.

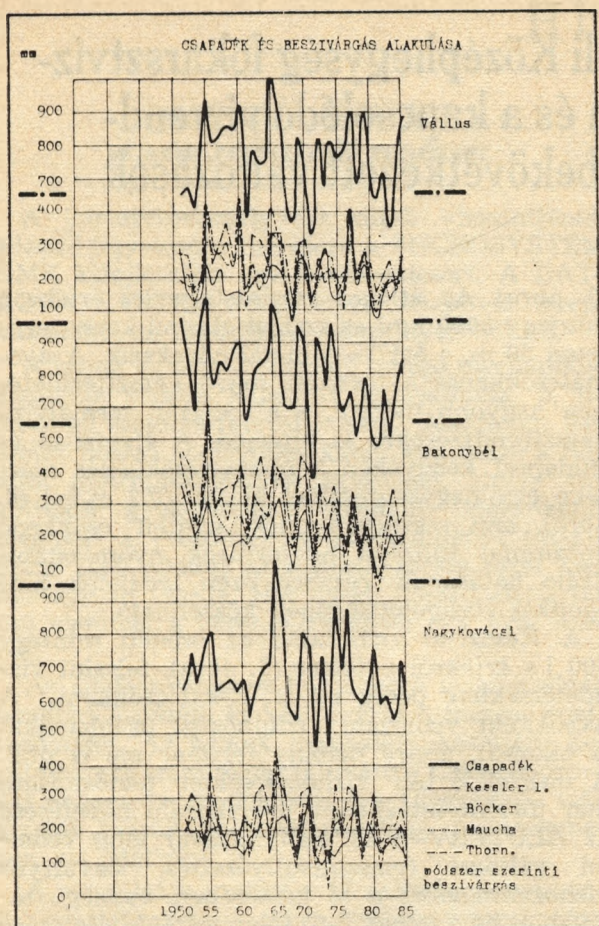
A Hévízi-tó vízhozama az eredeti mintegy 600 l/s értékről a felére (5. ábra), felszíni vízhőmérséklete pedig kb. 2 °C-kal csökkent. A lecsökkent vízhozam vízminőségi problémákat is okozhat, amire néhány jel már ma is utal. A megfelelő téli vízhőmérséklet biztosítására már történt intézkedés, a vízhozam növelésére az ALUTERV—FKI irányításával több védelmi változat (vízszintsüllyesztés, szivattyús vízhozamnövelés a tó kráterében, esetleg távolabbi hévízpótló mű telepítése) kivitelezése van folyamatban.

A budapesti termálkarszt veszélyeztetettsége a bányászat részéről csak az utóbbi években nőtt meg, a korábbi nyomás-, vízhozam- és vízminőségváltozásokat nagyrészt a helyi újabb

A középhegységi főkarsztvíztárolóból mesterséges megcsapolásokkal kitermelt vízhozamok alakulása
1900–1985



1. sz. ábra. A középhegységi főkarsztvíz-tárolóból mesterséges megcsapolásokkal kitermelt hozamok alakulása

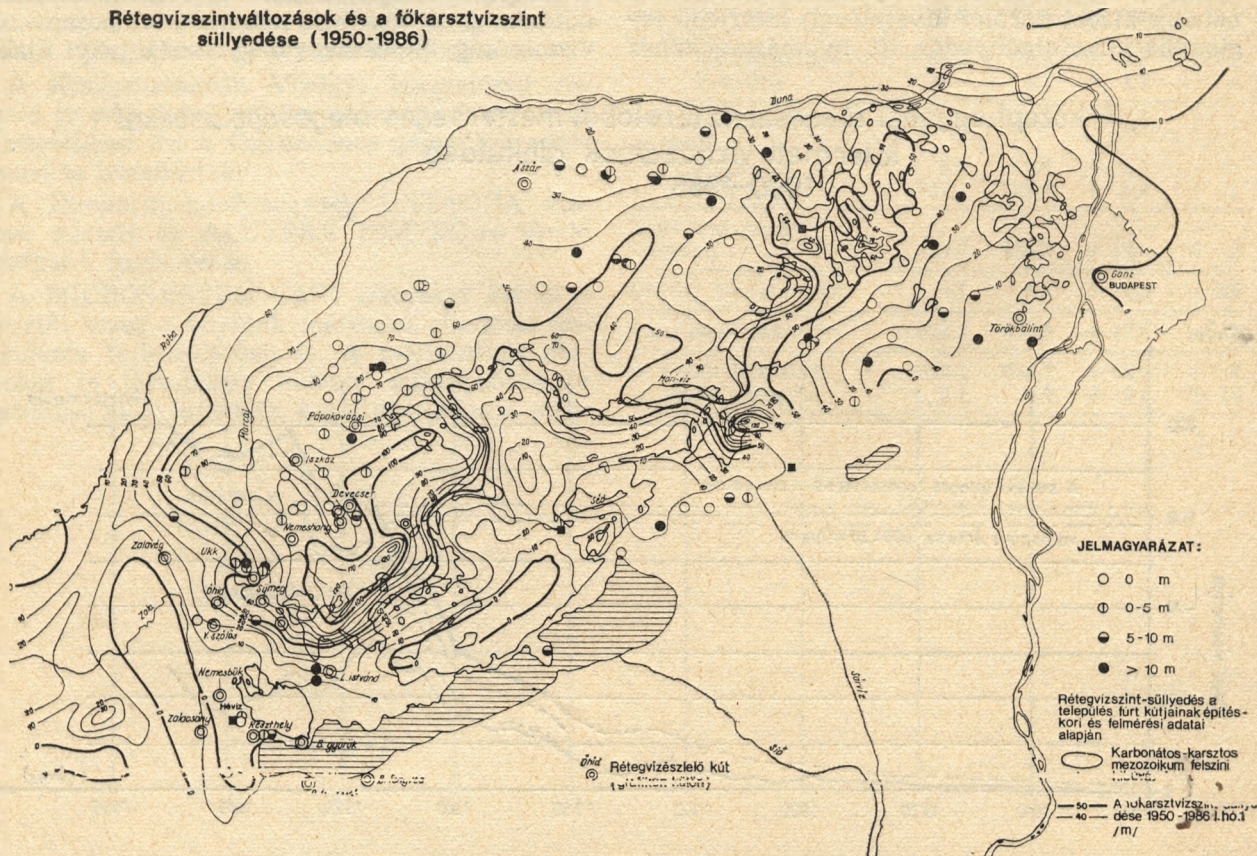
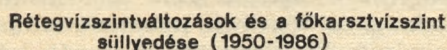


vizkivételek okozták, jelenleg pedig a csapadékhiány és a középhegység regionális depressziója érvényesül.

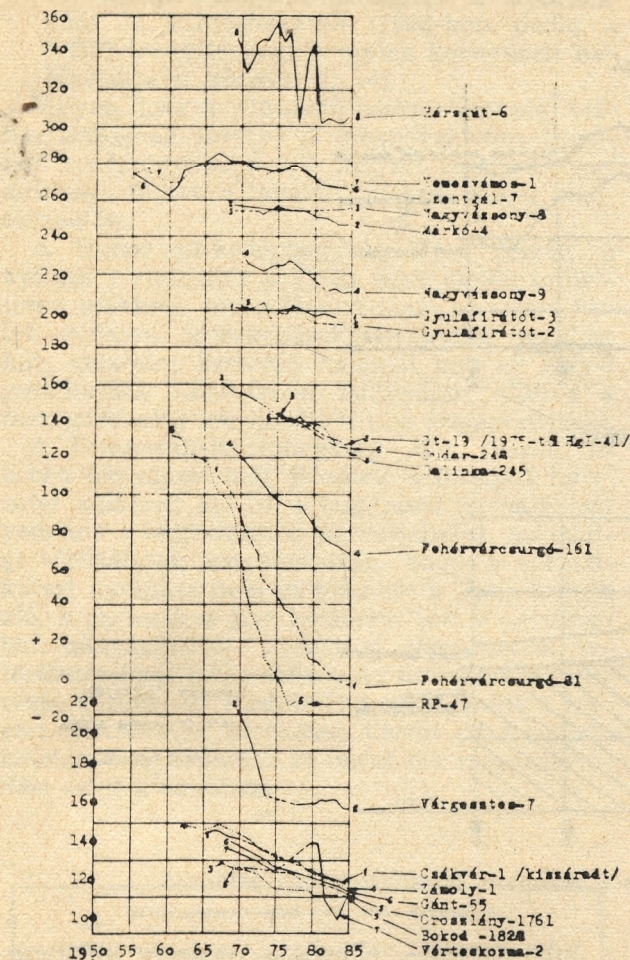
A hegység belsejében és peremvidékein található fedőkarsztos képződmények egy részében a főkarsztvíztárolóval azonos mértékű nyomáscsökkenés jött létre, más területeken azonban a nyomáscsökkenés alig mutatkozik, s magasan a lesüllyedt főkarsztvízszint felett is találhatók még fedőkarsztos képződményekből fakadó források. Ezek összhozama azonban jelentéktelen a — ma már nagyrészt megszűnt — főkarsztból fakadó források eredeti 450—500 m³/min összhozamához képest.

A Dunántuli-középhegység peremvidékén elhelyezkedő rétegvíztároló képződmények körül a felsőpannon-pleisztocén medenceüledékek bírnak regionális jelentőséggel. Szerencsére ezek az idősebb vízzáró képződmények szinte gallerként választják el főkarisztárolótól, így a főkarisztvítároló nyomáscsökkenése csak egy nagyságrenddel kisebb mértékben és lokálisan tudott átterjedni ezekre (7. ábra), de rajtuk keresztül viszont egyes területeken a talajvízre is átterjedt. A talajvízszint-süllyedések csupán 1—2 m-esek (8. ábra), de süllyedés trendje és a talajvízszintre érzékeny mezőgazdasági kultúrák miatt a folyamatot vizsgálni kell.

Az említett változások a főkarsztvíztároló vízháztartásában is jelentékeny változást hoztak:



3. sz. ábra. Rétegvízszint-változások és főkarsztvízszint süllyedése (1950—86)



4. sz. ábra. Jellemző karsztvízszint-idősorok a DKH középső részén

nya megfordult, s ma már fele ennyi víz áramlik visszafelé.

Az ALUTERV-FKI szerint (1) 1978—85. között az átlagosan kitermelt $768 \text{ m}^3/\text{min}$ víz az alábbi mérlegelemekből tevődik össze:

beszivárgás	436 m^3/min
rétegvízből	69 m^3/min
tárolt készletvált.	263 m^3/min
	<hr/>
	768 m^3/min

A felszíni vizekkel közvetlen kapcsolat eredeti állapotban néhány víznyelő és nyelő patakmeder-szakasz formájában, de nagyrészt a Balatonba és Dunába közvetlenül, mederforrásokon keresztül „megszőkő” karsztvíz formájában volt meg. Ez utóbbiak hozama jelentéktelenre csökkent, a nyelő patakmeder-szakaszok hossza valamelyest megnőtt. Megállapítható viszont, hogy a karsztvíztárolóba történő pontszerű beszivárgás így is kevesebb, mint tizede a területi beszivárgásnak, a felszíni vízforgalom változása is csak az ismert forráselapadások és bányavízbevezetések következménye.

A Dunántúli-középhegység karszt- és egyéb vizeinek elszennyeződési folyamata a bányá-

szati vízemeléستől, a regionális depresszió kialakulásától nagyrészt független. Elsősorban a felszín alatti vizek nitrátosodásában jelentkeznek. Ez a folyamat regionálisan kimutatható a karsztvíztárolóban, s a vizsgálatok szerint elsődleges oka a csapadék nitráttartalmának növekedése. A növekvő tendencia ellenére a nitrát-koncentráció regionálisan kisebb, mint a megengedett 40 mg/l -es határérték, de lokálisan előfordulnak ennél nagyobb értékek is, s ezek már közvetlenül kapcsolatba hozhatók a közeli kommunális, ipari és mezőgazdasági szennyezőforrásokkal. Rendkívül nagy nitrát-koncentrációkat mértek a talajvíztartó képződményekben, ásott kutakban.

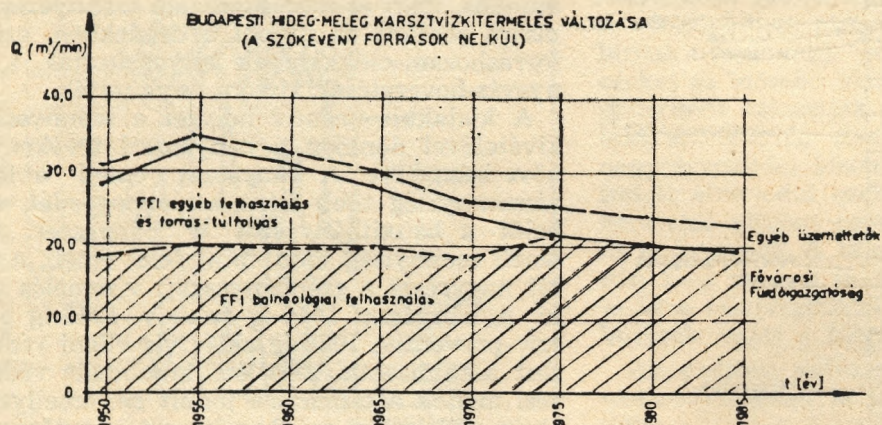
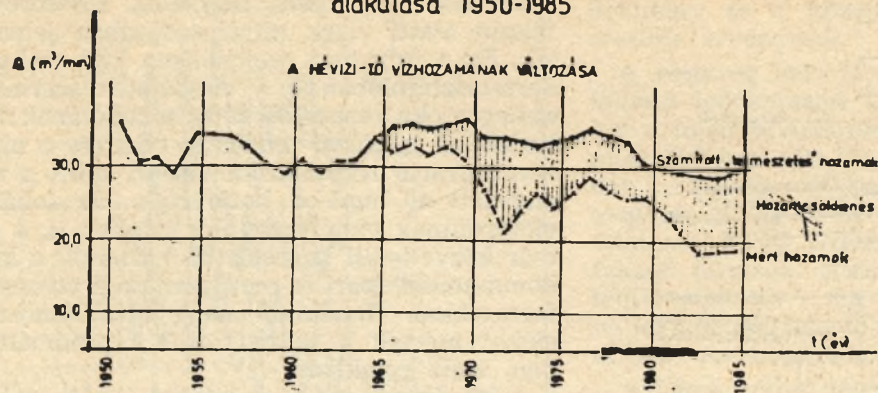
A kisvízfolyások vízminősége általában kommunális, ipari és mezőgazdasági szennyezés hatására romlott az utóbbi évtizedekben, ezt a forráshozam-csökkenések súlyosbították, a bányavíz-bevezetések viszont enyhítették.

A kialakult negatív helyzet a szennyeződés kivételével döntően a bányászati tevékenység következménye. A bányászat emeli a teljes vízmennyiség több mint háromnegyedét, ezen belül a bauxitbányászat a bányászat által emelt mennyiség több, mint felét emeli, a többit nagyrészt a szénbányászati vízemelés teszi ki. A bányászat 1950-ig passzív, 1965-ig passzív-preventív, 1980-ig aktív víz elleni védekezést alkalmazott, 1980 óta kombinált védekezési módok alkalmazása indult be, amellyel az aktív védekezési módhoz képest jelentősen kisebb vízmennyiség emelése mellett lehet a szükséges üzembiztonságot megteremteni.

A nagymértékű bányászati vízemelés jelentősen befolyásolta a terület vízgazdálkodási rendjét:

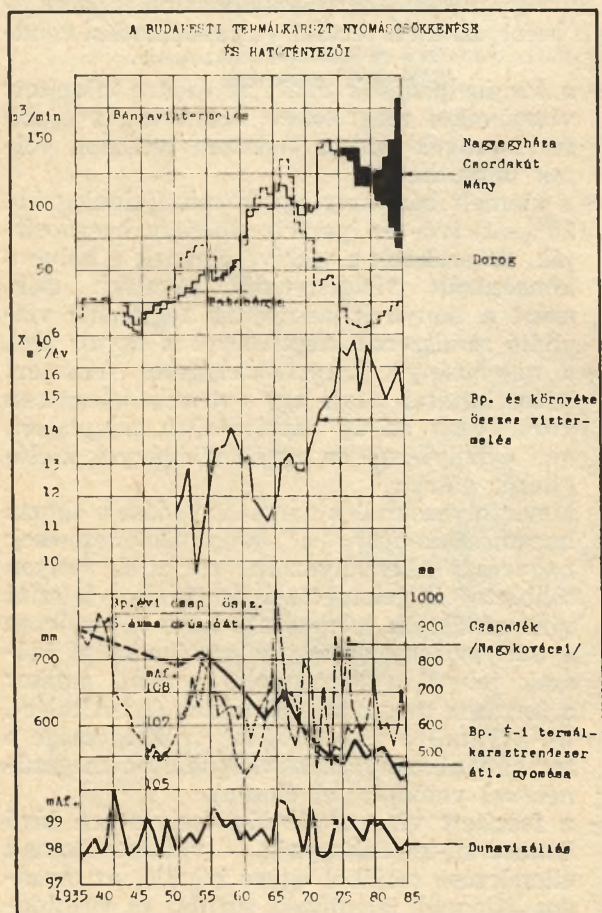
- a forráselapadások miatt az ezekre telepített vízműveket meg kellett szüntetni, s újabb forrásművek csak a Balatonfelvidéken voltak telepíthetők,
- a kiemelt bányavíz egy részét (jelenleg kb. 25% -át) ivó- és iparivíz-ellátásra hasznosítják, de ezeknek a vízkivételeknek a helye a koncentrált vízigényektől távolabb esik, ezért a bányavízhasznosítás regionális vízellátó rendszerek kiépítésével is együtt járt,
- a nagyarányú karsztvíztermelés felismert káros hatásai miatt egy évtizede jelentősen korlátozzák az új vízkivételek telepítését, ami a helyi ivó- és egyéb vízigények kielégítését gátolja,
- kisvízfolyásoknál a forráselapadások okozta hozamcsökkenést a bányavízbevezetések nagyrészt ellensúlyozták, sőt több helyen többletet is jelentettek, amelyekre felszíni vízhasználatok telepedtek. Ezen a területen a bányavízemelés megszüntetése utáni időszak jelenti a legnagyobb gondot, amikor a források még nem működnek (Az Általér-, ill. a Tatai-tó vízpótlásának szükségessége a tatabányai bányászati vízemelések megszüntetésével vetődött fel élesen),
- a feszített vízgazdálkodási helyzetben lévő Dunántúli-középhegység, vízhasználatának ellenőrzése céljából egyre bővülő, az országos átlagnál jelentősen sűrűbb és sokolda-

A közephegységi főkarsztvíztároló kiemelt jelentőségű vízhasználatának alakulása 1950-1985



Térvesztés: 76/1/62
Szerk.: Dr. Lőrincz A. 1986
Rajz.: Földi Kurucz G.

5. sz. ábra. A Hévíz-tó vízhozamának és a budapesti karsztvíztermelés változása



lubb figyelő-, ellenőrző rendszer kiépítése vált szükségessé, amelyben jelenleg 220 csapadékmérő, közel 100 felszíni vízhozam-mérő, 34 felszíni vízminőségészlelő állomást, mintegy 600 karszt-, réteg- és talajvízészlelő kutat működtetnek, de az ellenőrzés további több mint félezer víztermelő objektumra, ivó- és hévízkutakra, forrásokra, víztermelő aknákra is kiterjed. A rendszeres észlelések mellett egyre gyakoribbá válnak az expedíciószerű felmérések. Ez utóbbiak keretében 1986-ban több mint ezer objektum: víztermelő kút, ásott kút, forrás felmérése történt meg,

- az adatok, illetve a változások értékelése egyre nagyobb apparátust tesz szükségessé. A területen működő vízügyi, bányászati és egyéb szervek közvetlen megfigyelési, értékelési és üzemirányítási tevékenysége mellett növekszik a központi intézmények koordináló, értékelő és előrejelzési tevékenysége, amelyben az OVH, az IpM és újabban az OKTH finanszírozásával a VITUKI, KBFI, ALUTERV-FKI és más intézmények vesznek részt. A VITUKI évenkénti karsztvízszint-térképe és értékelő jelentése (2) mellett az ALUTERV-FKI évenkénti számítógépes feldolgozással készült vízmérlege

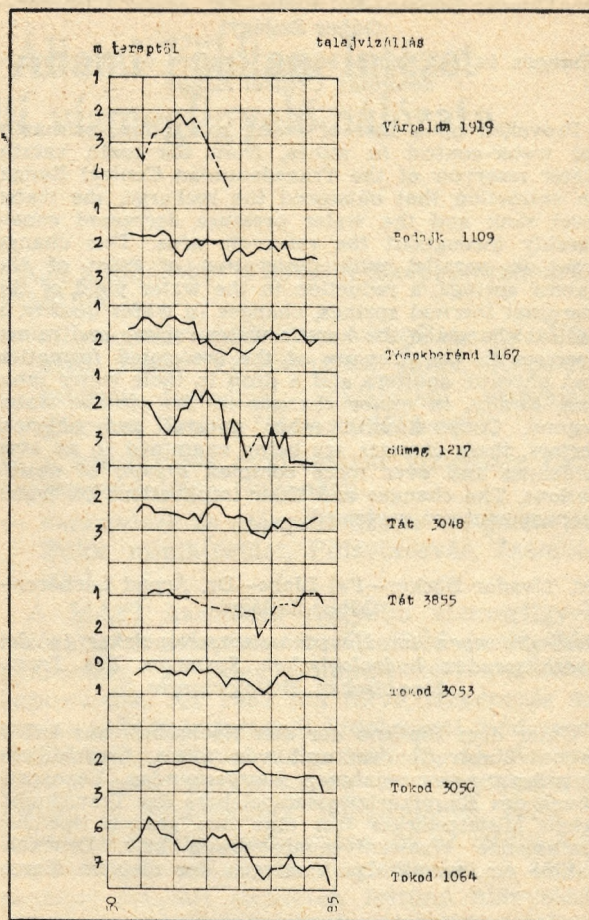
6. sz. ábra. A budapesti termálkarszt nyomáscsökkenése és hatótényezői

(1), a KBFI matematikai szimulációs modellel készült előrejelzései segítik a tájékoztató és döntéshozatalt, 1986-ban pedig a KBFI irányításával komplex környezeti hatásvizsgálat készült (3), (4).

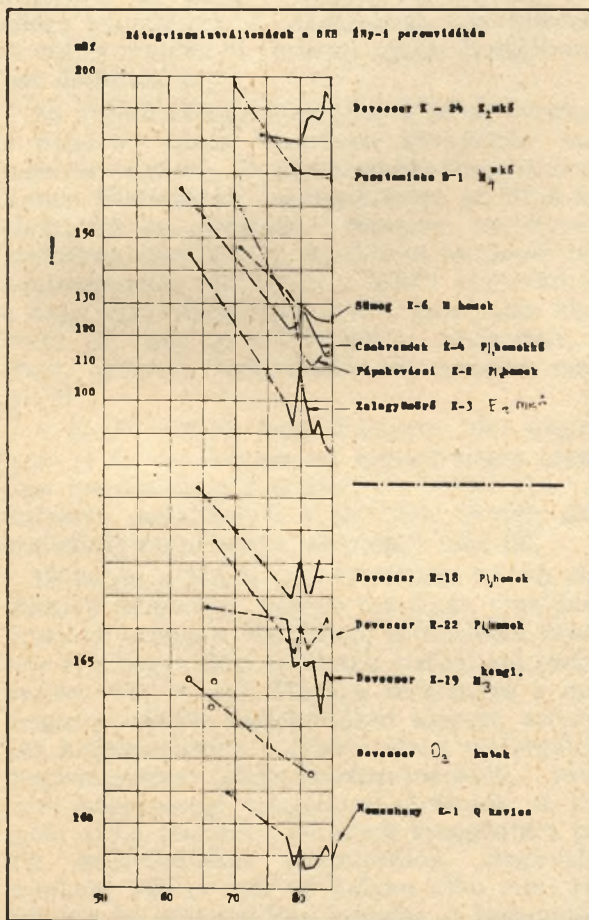
Milyen lesz a Dunántúli-középhegység víz-háztartásának jövője? A megnövekedett figyelem eredményeképpen a helyzet romlása megállítható, illetve a további jelentős károk megelőzhetők.

A Dunántúli-középhegység Ny-i részén a nyirádi víztelenítés a 90-es évek elején erőteljesen csökken, ami a Hévízi-tónál az ottani helyi védelmi intézkedésekkel együtt javulást hoz, valamint kedvező hatással lesz az ÉNy-i peremvidék talajvízszint-süllyedése, illetve a mezőgazdasági károk elkerülése szempontjából.

A Dunántúli-középhegység K-i részén az eocén bányászat már jelenleg is feszített helyzetet alakított ki. Itt a budapesti termálkarszt védelme a legfontosabb peremfeltétel. Az eddigi vizsgálatok azt mutatták, hogy a termálkarszt nyomása nem csökkenhet a Duna szintje alá, s ezt csak a K-i területen tett — elsősorban bányászati — vízmérleg-egyensúlyozó intézkedésekkel lehet elérni. Az intézkedések egy része a fővárosi fürdőknél teendő, mint a mérési, ellenőrzési, értékelési üzemi rendszer tökéletesítése, valamint az optimális vízgazdálkodási rend kialakítása.



8. sz. ábra. Talajvízszint-változások a DKH peremvidékén



7. sz. ábra. Rétégvízszint-változások a DKH Ny-i részén

Összefoglalva: a Dunántúli-középhegység karsztvíz-termelésének növekedését meg kell állítani, helyileg mérsékelni kell, de az eredeti állapot visszaállítása ma már távlati célként sem tűzhető ki. (A karsztvíztároló mérleghiányának megszüntetése nem jelent egyet az eredeti állapot visszaállításával.) Arra kell számítani, hogy lokális visszatöltődések mellett a regionális depresszió növekedése megállítható, egy új dinamikus egyensúlyi állapot érhető el, amely mellett a környezeti károk nem haladják meg az elviselhető értékeket. Mindez fokozott ellenőrzés és operatív vízgazdálkodás, a kellő időben tett jelzésekre hozott gyors döntések és intézkedések mellett lehetséges.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Böcker T.: Tájékoztató a Dunántúli-középhegység főkarsztvíz-rendszerének éves vízmérlegeiről (1978—85.). ALUTERV-FKI Bp., 1986. október.
- [2] Lorberer A.: Összefoglaló értékelés a főkarsztvíztárolóban 1985-ben és 1986 első félévében bekövetkezett változásokról. VITUKI jel. 7611/1/113—1986.
- [3] Liebe P.: A Dunántúli-középhegység karsztvíz-termeléséből származó környezeti hatások vizsgálata. VITUKI jel. 7612/1/26—7614/1/21—1986.
- [4] Szilágyi G.: A Dunántúli-középhegység vízre orientált környezeti hatásvizsgálata. KBFI-jelentés, Bp., 1986. december.

Dr. Tivadar Böcker—Pál Liebe—Dr. Árpád Lorberer—
Gábor Szilágyi

Changes in the main karstic aquifer of the Transdanubian Central Range

Provoked by a rate of water extraction, primarily for water-control in mines, from the main karstic water reservoir of the Transdanubian Central Range, an extraction that outscored the recharge, the water level sank and the water pressure decreased considerably throughout the reservoir area. This change went in parallel with desiccation of most of the karstic springs, a reduction in the water yield of the marginal thermal springs, changes in water quality, a radical change in the karstic water regime and minor decrease in the pressure of the associated formation and phreatic aquifers and a drop in their water table and, finally, in minor changes in the surface water regime. Coupled with other natural and physical factors, these changes are being examined in an ever widening and ever more complex system of observations. The changes and their implications on water management are reviewed.

Dr. Tivadar Böcker—Pál Liebe—Dr. Árpád Lorberer—
Gábor Szilágyi

Veränderungen im Hauptkarstwasserspeicher in den anschliessenden hydrologischen Systemen des Transdanubischen Mittelgebirges

Unter dem Einfluss der den Nachschub aus Infiltration übertreffenden und vor allem bergbauliche Entwässerungsmassnahmen bezweckenden Beanspruchung des Hauptkarstwasserspeichers des Transdanubischen Mittelgebirges trat eine den ganzen Speicher umfassende Wasserniveauabsenkung bzw. Druckabnahme ein, womit das Versiegen der meisten Karst-

quellen, eine Ergiebigkeitsabnahme der randlichen Thermalquellen, Qualitätsveränderungen, eine radikale Umgestaltung des Karstwasserhaushaltes und eine geringe Druckabnahme bzw. Wasserniveauversenkung der Grundwasserspeicher sowie eine gewisse Veränderung des Übertagswasserhaushaltes verbunden waren. Mitsamt anderen Naturfaktoren werden diese in einem sich immer erweiternden, komplexen System geprüft. Der Aufsatz gibt eine Übersicht Veränderungen und deren zu erwartenden Einflüsse auf die Wasserwirtschaft.

Д-р Тивадар Бёккер

Пал Либе

Д-р Арпад Лорберер

Габор Силадьи

Изменения в главном водоносном горизонте подземных вод Задунайского среднегорья и в сопряженных с ним водных системах

В результате разгрузки главного карстового водоносного горизонта Задунайского среднегорья, осуществленной преимущественно для обезвоживания горных выработок и превышающей по расходу воды восполнение за счет инфильтрации, произошло понижение уровня карстовых вод по всему водоносному горизонту с соответствующим спадом напора воды. Эти изменения привели к высыханию большинства карстовых источников, уменьшению дебита краевых термальных источников, изменению качества воды, коренному изменению режима карстовых вод и небольшому спаду напора или снижению уровня воды в сопряженных пластовых и грунтовых водоносных горизонтах, а также к небольшому изменению режима поверхностных вод. Вместе с другими природными факторами эти процессы и явления изучаются в все более расширяющейся, комплексной системе. В настоящей работе дается обзор происшедших изменений и их влияния на водное хозяйство страны.

A Magyar Állami Földtani Intézet felszín alatti vízmegfigyelő hálózata

Szerző bemutatja a Magyar Állami Földtani Intézet felszín alatti vízmegfigyelő hálózatát és az eddigi eredményeket néhány példán keresztül.

A Magyar Állami Földtani Intézet Vízügyi Osztályának 1965-ben történt megszüntetése után az intézetben a felszín alatti vizek kutatásával csak az Alföld új földtani térképezése kapcsán foglalkoztak. Az 1964-től 1985-ig folyó kutatás során a felszíni-felszínközeli képződményeket sekélyfúrás-hálózattal, a nagyobb mélységeket ún. földtani alapfúrások segítségével vizsgálták. A térképezés a földtani, mérnök- és agrogeológiai felvételezés mellett a vízföldtani megismerést is célozta [8, 6].

Tekintettel a földtani alapfúrások költséges voltára, azokat úgy tervezték, hogy a lehető legtöbb hasznos információt adják. Kézenfekvő volt, hogy a fúrásokban megismert vízadó szintekre, ahol az lehetséges, megfigyelő kutakat telepítsenek. 1980 végéig két nagy szelvényben 37 db földtani alapfúrás mélyítették, amelyből 25 kutat a feltárt legmélyebb vízadóra telepítettek. A magasabban levő szintekre teljes szelvényű fúrással újabb észlelőkutakat építettek ki.

Az alföldi rétegvíz-termelés a 60-as években a nagyobb városi vízművek környékén már jelentős vízszint-, ill. nyomáscsökkenést okozott. Ennek tisztázására, megismerésére az OVH kialakította az „Országos rétegvíz megfigyelő kúthálózat tervét” [1]. Az Alföld területén feladatmegosztás jött létre: a MÁFI észlelőkútjai a nagy víztermelésektől távoli, zavartalan állapotot [2], míg az OVH kútjai elsősorban a nagy, jelentős vízkivételek környezetét vizsgálják.

A MÁFI alföldi észlelőhálózata 1981 végére már 74 db — folyamatos regisztrálásra alkalmas mérőműszerrel ellátott — kútból állt. A kutakról, észlelésekről a Síkvidéki Osztály összefoglaló tanulmányt jelentetett meg [9].

1970-ben a MÁFI újra létrehozta önálló vízföldtani csoportját, később osztályát, amelynek feladata: országos vízföldtani értékelések készítése és a hegyvidéki területek vízföldtani térképezése volt [5, 11]. Maga a térképezés a már meglevő adatok feldolgozásán alapult, amelyhez kiegészítésként a felszín alatti vízforgalom megismerésére alapvízhozam-mérések, valamint vízminőségi vizsgálatok történtek. A kutatás során felmerült kérdések vizsgálatára pedig észlelőkutakat telepítettünk. Hegyvidékeinken 1980-ra már 36 helyen több mint 100 kúton folyt zömmel kézi észlelés. A hegyvidéki kutakkal megismert vízföldtani szituációkra az erős változatosság jellemző. Az ezekre irá-

nyuló kutatásokat a következőképpen csoportosíthatjuk:

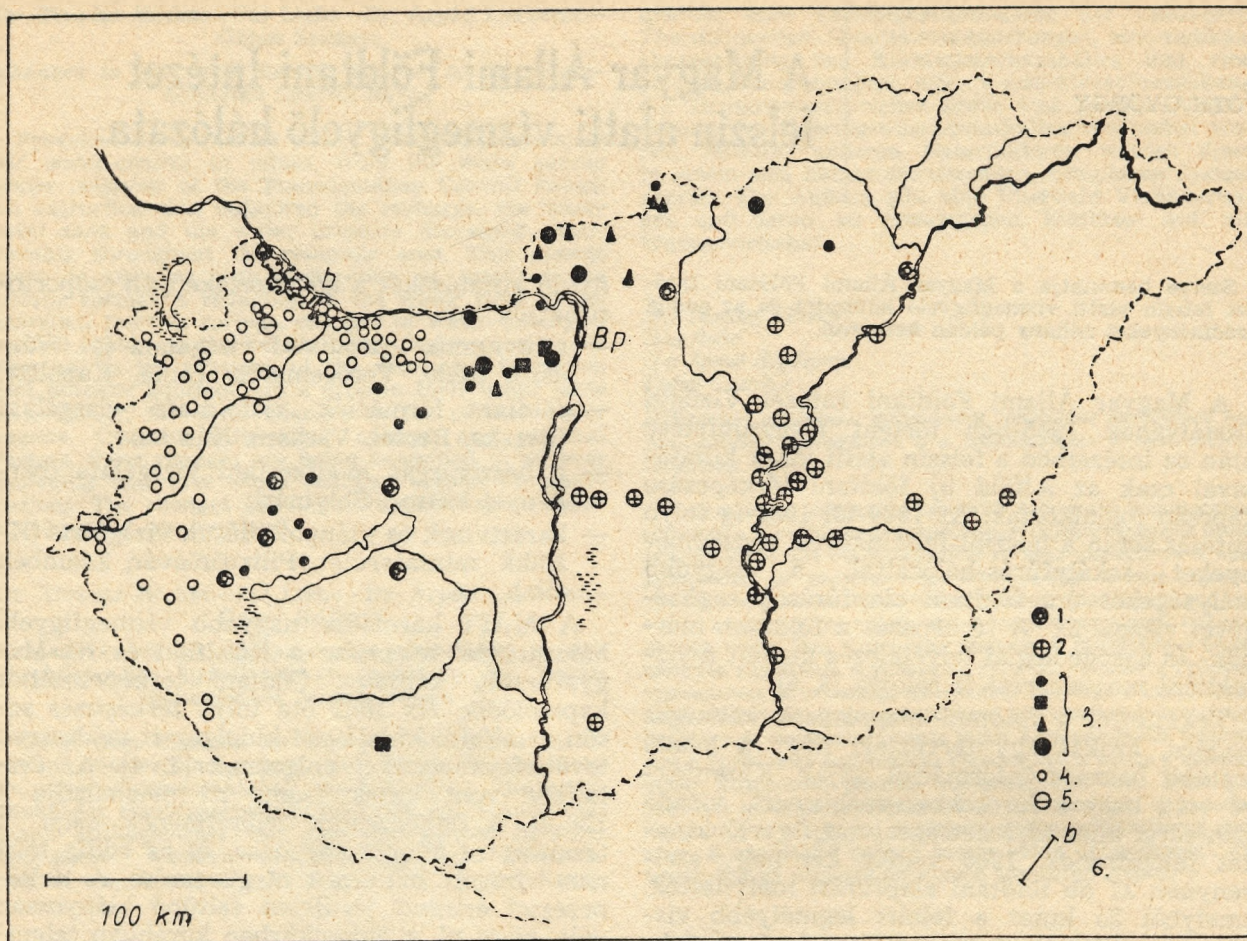
- alluviumok vízföldtani vizsgálata (pl. Váraszdó, Réde, Verőcsmaros, Litke, Kapolcs);
- földtani formációk vízföldtani vizsgálata (Becske, Bercel, Váraszdó, Kán stb.);
- a beszivárgás módszertani vizsgálata (berkenyei kútsor, Solymár);
- karsztvizek és utánpótlódásuk vizsgálata (K-Bükk mintaterület, Pilisvörösvár, Zsámbék stb.).

A MÁFI harmadik nagyobb vízmegfigyelő hálózatának telepítése a Kisalföld és Ny-Magyarország komplex földtani térképezéséhez kapcsolódik. Az 1982 óta folyó térképezés során az alföldi kutatásnál kidolgozott módszerek továbbfejlesztésével dolgoznak [3, 4]. Az észlelésbe vont kutak száma itt meghaladja a 120-at. A figyelőkutak telepítésének célja a természetes állapot rögzítése, és az eddig még nem vizsgált szituációk megismerése. A térképezéssel érintett területen feltűnő hiányosság volt, hogy pl. a Szigetközben korábban telepített talajvízkutak folyamatos regisztrálóműszeres észlelése nem folyt, a 30 m-nél mélyebb vízadók szintváltozásainak vizsgálata pedig hiányzott. A jelenleg is tartó térképezés miatt a kisalföldi észlelések száma megváltozik, ezért ezek közül a jelentősebbeket említjük:

- Rajka 5-lépcsős, Arak 3-lépcsős, Tárnokrét 3-lépcsős talaj- és mélységi vízeszlő kútcsoport, regisztrálóműszeres észleléssel;
- rajkai, kisbodaki, lipóti regisztrálóműszeres kútsorok, talajvíz vizsgálatra;
- rajkai, lipóti többlépcsős mederszondák;
- rábai hordalékkúp és kavicsterasz vízföldtani kutatása során kialakított többszintes észlelőrendszer.

Végül a MÁFI felszín alatti észlelőhálózatának negyedik csoportját a „Földtani alapszelvény program” és az egyéb földtani kutatások során készített olyan fúrások képezik, amelyek különleges vízföldtani helyzetet tártak fel (és ugyanakkor a fúrás figyelőkúttá alakítására is volt mód). Néhány példa:

- Szirák (alsó-pannóniai és bádai fosszilis rétegvizek);
- Som (zárt termál-karsztvíz);
- Tiszapalkonya (4 kútból álló telep, melynek legmélyebb tagja a felső-pannóniai hévizes szintet észleli);
- Zalacsány (a Hévízi-tó környéki észlelőkutak egyik legfontosabb tagja);
- Somlővásárhely (oligo-miocén Csatai Formáció, a nyírádi depresszió térségében).



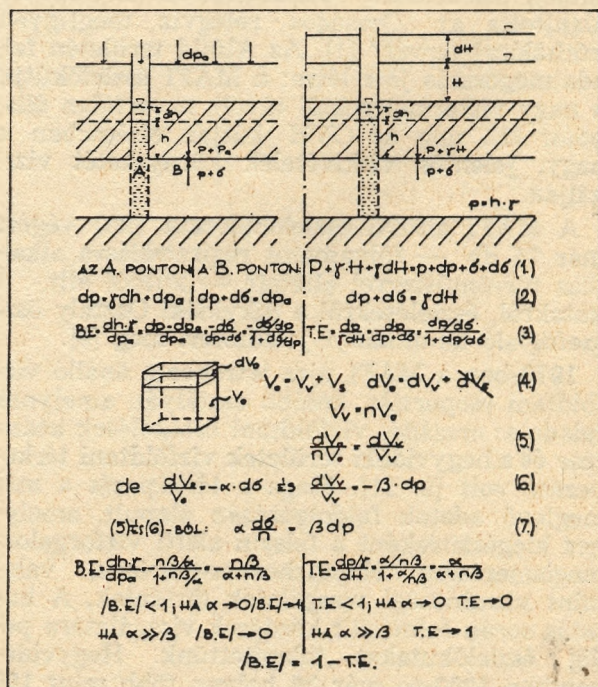
1. sz. ábra. A Magyar Állami Földtani Intézet által észlelt kutak, kútszoprtok és kútsorok. 1. Szerkezet-kutató fúrások vízmegfigyelő kúttá alakítva, 2. alföldi vízmegfigyelő kutak, 3. hegyvidéki észlelőrendszer kútjai, 4. kisalföldi talajvízészlelő kút, 5. kisalföldi többlépcsős mélységi vízmegfigyelő kút, 6. szigetközi talajvízészlelő kútsor

Az alföldi, hegyvidéki és kisalföldi kúthálózatok egységesítését 1986-ban kezdtük meg. A jelentős hálózat „üzemeltetése” a következő feladatokból tevődik össze:

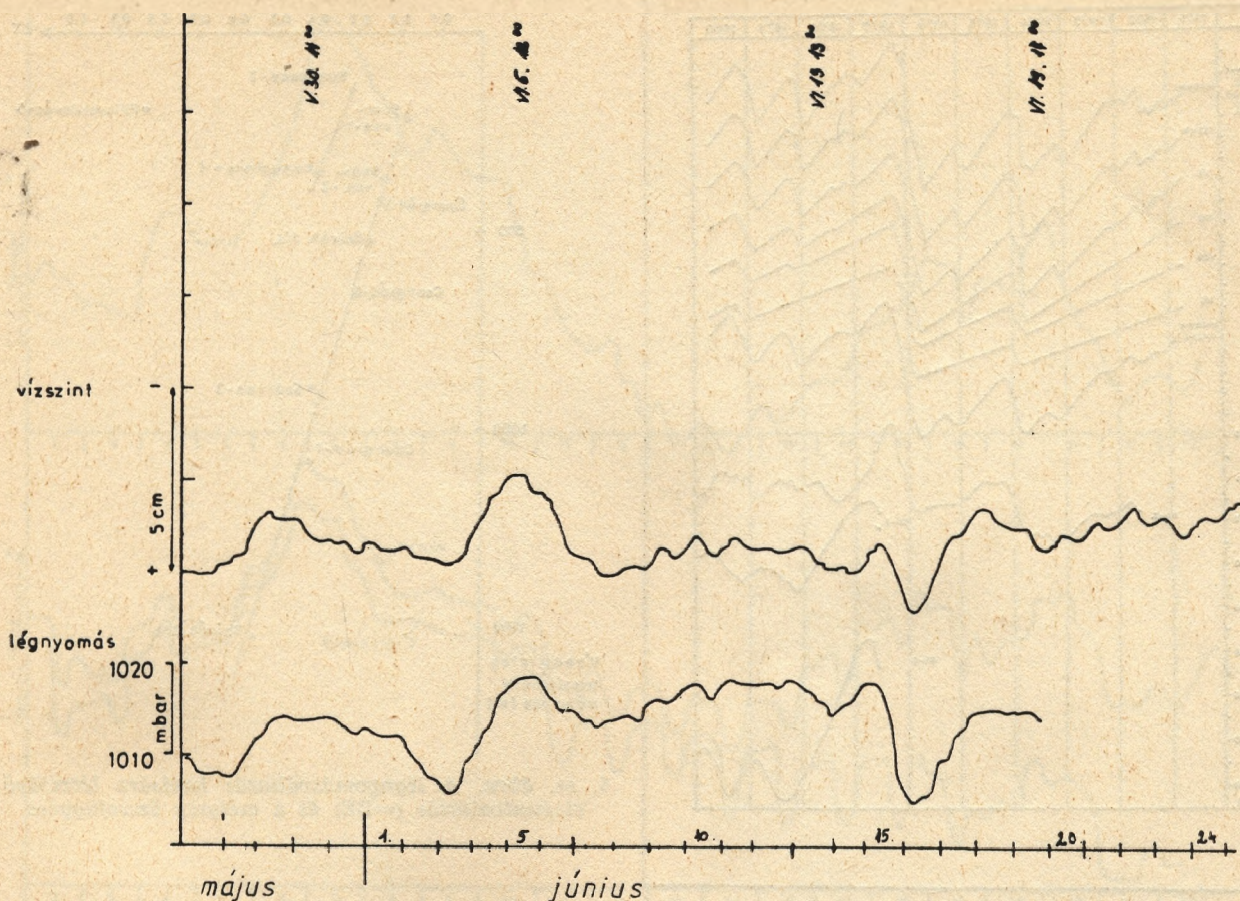
- kúteszlelés vagy észleltetés, műszervándoroltatás;
- műszerfejlesztés, -karbantartás, -javítás;
- kútfelsőrsz- és kútkörnyék-karbantartás, -felújítás, egységesítés;
- kútszervíz (kúttisztítás, vízmintavételek);
- észlelési adatok, regisztrátumok egységes kezelése, számítógépes adatbázis kialakítása;
- értékelés, értelmezés, időnkénti közreadás.

Az észlelési adatok értelmezési és felhasználási lehetőségeit néhány példán mutatjuk be.

A kutak néhány napos periódusú vízszintváltozása a légnyomásváltozással kapcsolatos. Ennek értelmezését Jacob nyomán [7] ismertetjük. A 2. ábrán látható egyszerű, zárt tárolót feltételező modell a légnyomásváltozás, ill. más felületi-terhelésváltozás hatását mutatja a rétegvíz nyomására. A levezetés alapján belátható, hogy ha a szilárd szemcsék összenyomódását elhanyagolhatónak vesszük a víz és a rétegváz összenyomódásához képest, akkor a légnyomásváltozás hatására létrejövő vízszintváltozást a víz, a közetváz rugalmas tulajdonságai és a porozitás szabályozza. Miután a víz



2. sz. ábra. A légnyomásváltozás, illetve más felületi terhelésváltozás hatása a rétegvíz nyomására (Jacob C. E. 1940 után)



3. sz. ábra. A solymári talajvízfigyelő kút vízszintváltozása légnyomásgörbével, 1976. V. 29.—VI. 25-ig

összenyomódási tényezője (β) ismert, a porozitás (n) mérhető, ezért a rétegvastagság (b) ismeretében a tározási tényezőt (S) kiszámíthatjuk, ill. becsülhetjük.

$$S = \frac{\gamma n \beta b}{BE}$$

ahol:

γ a rétegvíz fajsúlya;

BE viszonyszám; a létrejött vízszintváltozás viszonya a légnyomásváltozáshoz (Barometric Efficiency)

A tározási tényezőnek fenti módszer szerinti meghatározása csak zárt rendszer feltételezése mellett érvényes, előnye viszont, hogy egy kút elegendő hozzá.

Félig nyitott rendszer esetében a légnyomásváltozás hatása a vízszintre már függ a hatás időtartamától, mégpedig annak növekedésével a BE-érték egyre kisebb lesz.

A 3. ábrán egy solymári ásottkút vízjárását és az egyidejű légnyomásgörbét adjuk, mutatva, hogy a korábban szabadtükrűnek hitt rendszer helyett zárt rendszerrel állunk szemben.

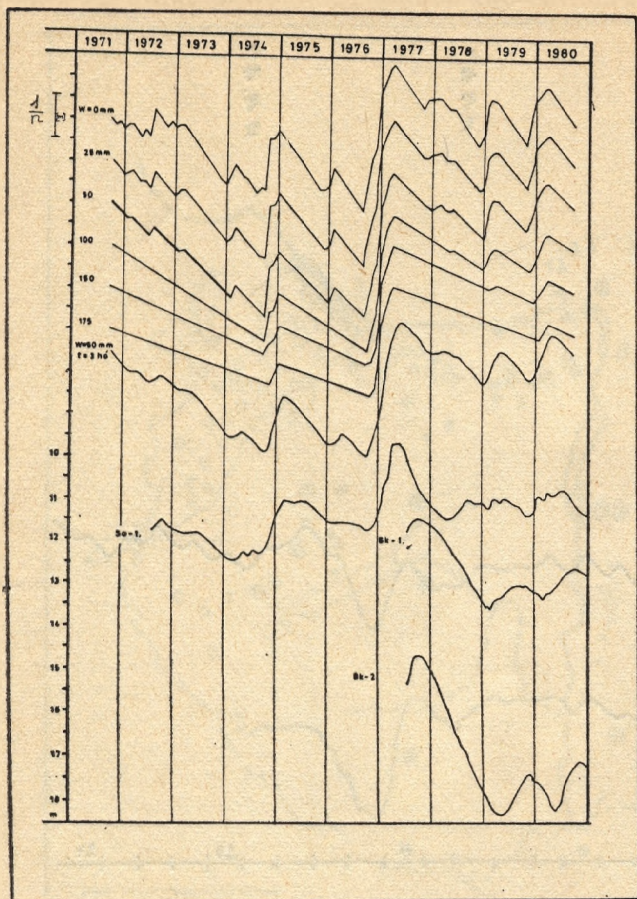
A 4. ábrán ugyanennek a solymári kútnak sokéves vízszintváltozását ábrázoltuk a havi csapadékösszegek és középhőmérsékletek segítségével szimulált talajvízjárás-görbékkel. Látható, hogy rendszerünk a beszivárgás hatását tükrözi, mégis ilyen hosszú időt véve nyitott-

nak vehető. (A szimulált görbék melletti W mm-érték azt kumulált, párolgással csökkentett csapadékösszeget mutatja, amely *legalább* szükséges ahhoz, hogy a fedőréteg „túltelítődjék”, és így az e fölötti csapadéktöbblet a talajvízhez szivárogjon. Ez a küszöbérték a solymári esetben kb. 50 mm, míg az ábra alján bemutatott Bk—1. és Bk—2. jelű berkenyei kutakon 100—125 mm lehet. Érdekes még megfigyelni, hogy legmélyebb vízszintű Bk—2. kút kb. hat hónapos késéssel követi a beszivárgási eseményeket.

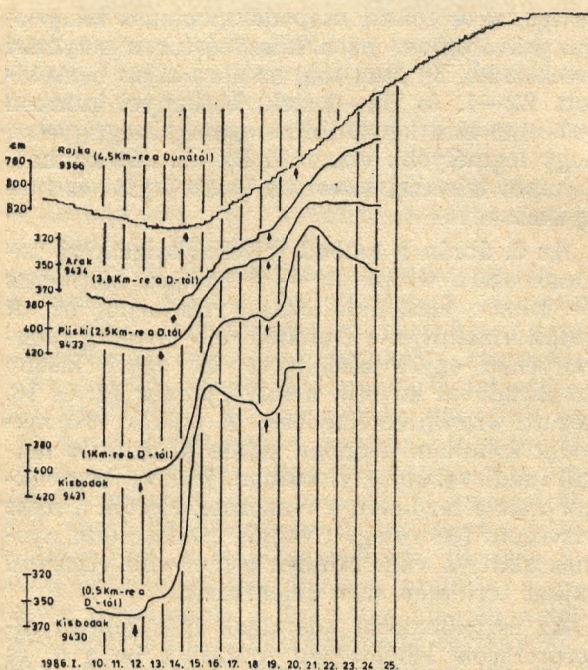
Az 5. ábrán a *szabad felszínű* szigetközi kavicssteraszra telepített — a Dunára merőleges — kútsor vízszintváltozásait mutatjuk be. A kutak vízszintjei a Dunától való távolság függvényében egyre késleltetve és egyre kisebb amplitudóval követik a folyó január 12. és 16. közötti vízszintemelkedését. A január 19-i második ár hullám azonban szinte késleltetés nélkül indul valamennyi kútban, jelezve, hogy ekkor már a területen a vízszintek elérték a rossz vízvezető fedőréteget, vagyis rendszerünk nyomás alattivá vált. Mindez a mélyebb vízszintű rajkai területen nem jelentkezik.

Az észlelőhálózat adatainak más jellegű interpretációs lehetőségeit mutatjuk be a 6. és 7. ábrán.

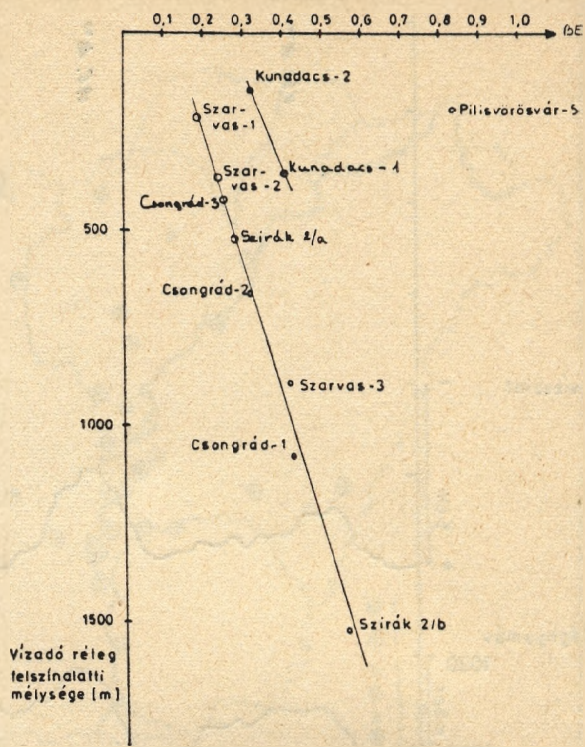
A 6. ábrán a már említett, és a rétegek konszolidáltsági fokát jellemző BE-értékek mélységfüggvényét adjuk. A bal oldali vonal men-



4. sz. ábra. Szimulált talajvízgörbék és a Solymár—1., Berkenye—1., —2. jelű talajvízszint-észlelő kút regisztrátumai



5. sz. ábra. Szigetközi talajvízkutak vízszintregisztrátumai (1986. I. 10—23.) a Kisbodak—Arak kútsorban és Rajkán

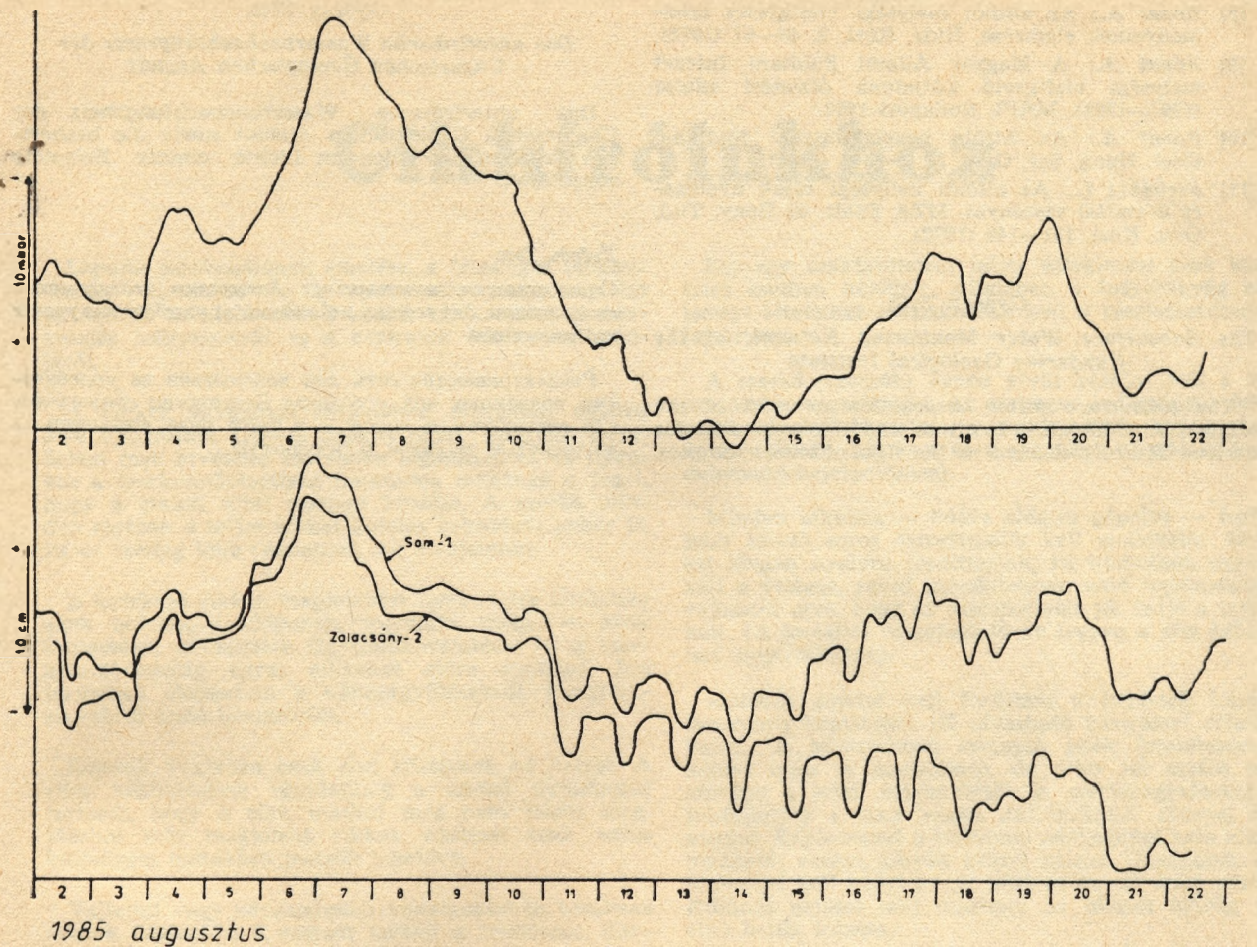


6. sz. ábra. A légnyomásváltozás hatására létrejövő vízszintváltozás (=BE) és a mélység összefüggése

tén sorakozó értékek a jelenlegi települési mélységnek megfelelő konszolidáltságot mutatnak. A jobb oldali vonal azt jelzi, hogy a két kunadacsi kútban beszűrözött pannóniai vízáadó rétegek konszolidáltsága az előbbi csoport 4—500 m-rel mélyebben lévő rétegeinek konszolidáltságával egyezik; tehát Kunadacs térségében kb. ilyen mértékű lepusztulást feltételezhetünk a pannóniai időszakot követően.

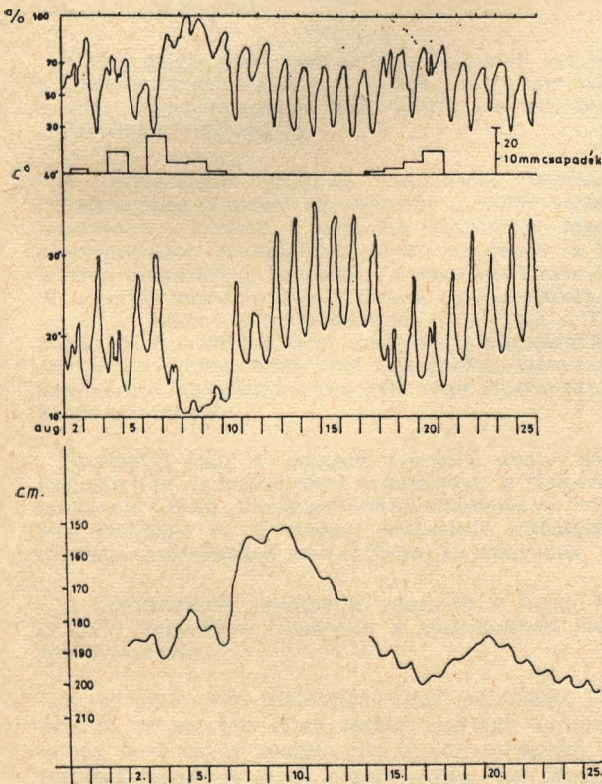
A 7. ábra a 800 m-es Som—1. és a 200 m-es Zalacsány—2. kút 1985. augusztusi vízszintváltozásait mutatja. (A Som—1. kút a Balatontól D-re húzódó, zárt, magas sótartalmú NaCl-os hévizet tartalmazó triász karbonátos rezervoár, a Zalacsány—2. kút a Hévízi-tóforrás utánpótlódási területén lévő, alacsony-sótartalmú, Ca—Mg-hidrogénkarbonátos hévizet tartalmazó triász összletre települő észlelőkút. (A két görbe évek óta egymással párhuzamosan halad, rájuk csupán a földi árapály és a légnyomás változása hatott (különleges véletlen folytán a kis vízszintváltozások amplitudója is azonos). 1985. augusztus 15-én a berhidai földrengéssel egy időben a zalacsányi kút vízszintje lejjebb szállt (a somihoz viszonyítva). E két, egymásnak referenciát jelentő kút regisztrálása különösen akkor lesz majd jelentős, ha a nyirádi vízszint-süllyesztés hatása eléri a zalacsányi területet.

Végül a 8. ábrán a MÁFI sümegi Geológiai Oktatási Bázisánál lévő talajvízkút vízjárását mutatjuk be. A nyári hidrometriai gyakorlaton lévő hallgatók egyidejűleg észlelik a talajvízszint, a léghőmérséklet és a relatív páratartalom értékeit. A jelentős napi vízszintváltozást



1985. augusztus

7. sz. ábra. A Som-1. és Zalacsány-2. kút vízszintváltozása 1985. augusztusában (felül a légnyomásgörbe). A két kút együttjárása augusztus 15-én — a berhidai földrengéssel egyidőben — megszűnt



8. sz. ábra. A sümegi Geológiai Oktatási Bázis talajvízkútjának vízszintváltozása 1985. augusztusban (legfelül), valamint az egyidejű léghőmérséklet (középen), csapadék és relatív páratartalom (felül) adatai

mutató regisztrátumon szinte „kézzel foghatóan” követhetjük nyomon a beszivárgás, az evapotranspiráció, valamint az oldalirányú hozzá, ill. elfolyás hatását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bélteki L.: Az országos rétegvíz-megfigyelő kúthálózat terve. Beszámoló a VITUKI 1969. évi munkáiról 277—295 (1972).
- [2] Csaba L.: Az alföldi rétegvíz-kutak vízszintváltozásainak rövid periódusú komponensei. MÁFI Évi Jel. 1975-ről 137—143 (1977).
- [3] Csaba L.—Marsi I.—Síkhegyi F.—Szurkos G.—Tóth Gy.—Tullner T.: A Magyar Állami Földtani Intézet kistalajvíz-környezetföldtani kutatásainak ismertetése (1982—1985). MÁFI Adattár (1985).
- [4] Dér I.—Könczöl N.-né: A Szigetköz vízföldtani helyzetképe MÁFI Adattár (1985).
- [5] Dér I.—Gellér P.-né: A Magyar Állami Földtani Intézet hegyvidéki vízföldtani térképezése keretében 1973—80 között létesített vízmegfigyelő kutak adatai. MÁFI Adattár (1981).
- [6] Franyó F.: Exploratory drilling on the Great Hungarian Plain by the Hungarian Geological Institute from 1968 to 1975. Földr. Közlem. XXV. (CI). 60—71 (1977).
- [7] Jacob, C. E.: On the flow of water in an elastic artesian aquifer. Trans. American Geophysical Union. 2. 574—586 (1940).

- [8] Rónai A.: Az alföldi mélységi vízfigyelés eredményeinek elemzése. Hidr. Közl. 2. 49—67 (1978).
- [9] Rónai A.: A Magyar Állami Földtani Intézet mélységi vízfigyelő kútjainak észlelési adatai (1967—1981). MAFI, Budapest 1982.
- [10] Rónai A.: Az Alföld negyedidőszaki földtana. Geol. Hung. Ser. Geol. 21. 1—446 (1985).
- [11] Szebényi L.: Az alföldi mélységi vizek nyomás- és áramlási viszonyai. MTA Földt. és Bány. Tud. Oszt. Közl. 131—146 (1973).

György Tóth

The Subsurface Water Monitoring Network of the Hungarian Geological Institute

The subsurface water observation network of the Hungarian Geological Institute and the results so far arrived at are discussed in the light of some examples.

György Tóth

Das unterirdische Wasserbeobachtungsnetz der Ungarischen Geologischen Anstalt

Das unterirdische Wasserbeobachtungsnetz der Ungarischen Geologischen Anstalt sowie die bisherigen Ergebnisse werden im Lichte einiger Beispiele vorgeführt.

Дьёрдь Тот

Сеть скважин, используемых Венгерским геологическим институтом, для ведения наблюдений за колебаниями уровня подземных вод

Рассматриваются сеть для наблюдения за колебаниями подземных вод, созданная Венгерским геологическим институтом, а также — в свете ряда примеров — достигнутые до сих пор результаты.

Cikkíróinkhoz

Lapunk színvonalának emelése, a felesleges többletmunka elkerülése és a szerkesztés megkönnyítése érdekében az alábbiakban adunk tájékoztatást a szerkesztési irányelveiről és a kéziratok elkészítési módjáról.

A cikkek kívánatos *terjedelme* (ábrákkal együtt) 3–6 nyomtatott (15–30 gépelt) oldal. Nagyobb terjedelem csak kivételes esetekben fogadható el, de ilyenkor a szerkesztőbizottság fenntartja magának a jogot, hogy a cikket több részben közölje. A szerző minden esetben a teljes cikket köteles beküldeni akkor is, ha az esetleg több részletben fog megjelenni.

A beérkező cikkek *megjelenési sorrendjére* általában azok beérkezési időpontja mérvadó, mégis — azok fontossága, aktualitása figyelembevételével — a szerkesztőbizottság egyes cikkeket előre sorolhat. Ide tartoznak elsősorban a vándorgyűlésekről, kongresszusokról szóló beszámolók.

Lapunk általában csak *első közlésnek* ad helyet. A cikk beküldésével egyidejűleg a szerző nyilatkozni tartozik, hogy a cikk máshol még nem jelent meg. Máshol már megjelent cikkek közlését csak egész különleges esetekben tesszük lehetővé.

Vállalati vagy népgazdasági vonatkozásban *bizalmas adatok közléséért* a szerzőt terheli a felelősség. Kérdéses esetekben a szerzőnek felettesétől a cikkhez írásbeli engedélyt kell mellékelnie. Más szerzők megállapításait, ábráit stb. csak a forrásmunka megjelölésével szabad közölni.

A cikk megjelenése nem feltétlenül jelenti azt, hogy a szerkesztőbizottság annak minden megállapításával egyetért, ezért lapunkban helyt adunk *szakmai hozzászólásoknak*, vitáknak is.

A szakirodalom rohamos mennyiségi növekedése következtében alapvető követelmény a *tömör, szabatos fogalmazás*. Célszerű a cikkeket alcímekkel tagolni, a legfontosabb gondolatokat *kurzív szedéssel* (a kéziratban aláhúzással) kiemelni. Levezetéseket nem közlünk teljes terjedelemben. Számítási módszereket célszerű — miként a levezetéseknél is — csak a kiindulást és a végeredményt megadva, számpéldával is szemléltetni. Prospektusokból vett adatok, elnevezések használatát lehetőleg kerülni kell, vagy hivatkozni kell a forrásmunkára.

Törekedni kell a *magyar műszaki nyelv* helyes használatára. A helyesírással kapcsolatban a *Helyesírási tanácsadó szótár*, a *magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai* és a *magyar helyesírás szabályainak* mindenkor érvényben levő előírásai az irányadók.

A szerkesztőség fenntartja magának a jogot, hogy a nyelv helyessége érdekében a kéziratokban javításokat végezzen.

A cikkeket *két példányban* kell beküldeni. Csak géppel, 25 sorosan (2-es sorköz, egy-egy sorban 60 leütés, 3–4 cm-es margó) írt, tisztán olvasható kéziratokat fogadunk el. A gépelt anyag első példányát és egy másolatot kérünk.

A cikk címe röviden, tömören jellemezze a tartalmat. A szerkesztőbizottság — szükség esetén — fenntartja magának a jogot a cím módosítására.

Egy-egy szakterületről teljes áttekintést csak kivételes esetben közlünk. Általában a tudományág már ismert tételeihez csatlakozóan kell a részletkérdéseket ismertetni.

A szerző (szerzők) *nevé*n kívül közölni kell a legmagasabb végzettséget, az esetleges tudományos fokozatot, hivatali beosztást, a munkahelyet, annak címét és az állandó lakcímet és a személyi számát (a jövedelemadó-bejelentéshez).

Minden cikkhez — *külön oldalra gépelve* — legfeljebb 10–15 soros *összefoglalót* kell mellékelni. Mivel ezt idegen nyelvre fordítatjuk, itt különösen ügyelni kell a világos, rövid mondatokban való fogalmazásra, valamint arra, hogy az összefoglalás jól fedje a tartalmat. (A *tartalmi összefoglaló ne legyen a cím kibővített megismétlése*.)

Különös gondot kell fordítani a *képletek* írására. Bonyolult képleteket jól olvasható kézírással célszerű beírni. A képletekben szereplő jelek értelmezése a képlet után is megadható, de több jel esetén célszerűbb a jelek értelmezését (a mértékegységeket is felüntetve) a cikk végén *JELÖLÉSEK* címmel felsorolni. Képleteknél a törtvonal zárójelként nem alkalmazható; ezeket kérjük kézzel beírni. Ugyancsak különbséget kell tenni az „l” betű és az „I” szám között! Különös gondot kell fordítani az idegen (görög, gót stb.) betűk írására.

Mindenütt az International System of Units (SI)-rendszer *mérőegységei* használandók. [L. a Minisztertanács 8/1967. (IV. 27.) sz. rendeletét.] Részletes ismertetése megjelent a Földtani Kutatás 1979. évi 1–2. számában.

A *terjedelmes táblázatok* közlését kerülni. Minden egyes táblázatot kérjük *külön oldalra* gépelni és sor-számmal ellátni. A szövegben minden táblázatra hivatkozni kell.

Az *ábrákat* a lapban kívánt méretre készítsük. Számuk lehetőleg ne legyen több, mint nyomdai oldalként 1–2. Az ábrákat is két példányban kell beküldeni, tusrajz és fénymásolat egyaránt megfelel, de fontos az éles, jól látható kivitel. Grafikonokra célszerű koordinátahálót rajzolni. Az ábrákat arab számmal *sorszámmal* kell ellátni. Az *ábraalíráásokat külön lapra* kérjük gépelni. Ha ábraalírással nincs, a rajzokat — azok számát taxatívallyal való felsorolásával — külön lapon fel kell tüntetni. A szerkesztőség az ábrákat nem rajzoltatja át, így csak megjelentetésre alkalmas ábrákat tudunk elfogadni.

A szövegben minden ábrára hivatkozni kell.

Fényképekből jól exponált, éles, tiszta másolatokat kérünk, ugyancsak két példányban, maximálisan 9×12 cm méretben. Felsorolásnál a fénykép is ábrának számít; a számozás folyamatosan történjen.

Az *ábrákat és fényképeket* nem szabad a szöveg közé beragasztani, hanem külön kell mellékelni.

Az irodalmi hivatkozásra vonatkozóan az alábbi részletes és feltétlenül megszívlelendő előírások betartását kérjük.

A cikk végén *külön kéziratoldalon* IRODALOM cím alatt, szögletes zárójelbe tett számozással kell felsorolni a művet, mindenkor a *mű eredeti megjelenési nyelvén*.

Példák:

a) Könyvek esetében

- [1] Scheffer V.: Geofizikai kutatómódszerek. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, 1951.

Két vagy több szerző esetén a nevek között hosszú kötőjelet alkalmazunk.

- [2] Demeter J.—Szabady J.—Szandtner F.: Villamosgép gyártástechnológiája I. kötet. Tankönyvkiadó. 1952.

Idegen szerzők esetén a szerzők családneve után vesszőt teszünk.

- [3] Baeckmann, W.—Schwenk, W.: Theorie und Praxis der elektrochemischen Schutzverfahren. Verlag Chemie GmbH Berlin, 1971.

- [4] Bonnar, R. U.—Dimbat, M.—Stross, F. H.: Number average molecular weights. Intersci, N. Y., 1985.

- [5] Éjgelesz, R. M.: Razrusnie gornüh porod pri bruneii. Nedra Moszkva, 1971.

b) Folyóiratok esetében a szerző nevét illetően a fentiek szerint kell eljárni. A cikk címét ez esetben is eredeti nyelven kell megadni, de az évszámot a leírás végén zárójelbe tesszük.

- [6] Riley, H. G.: A short cut to stabilized gas well productivity. J. Pet. Tech., 5 537—41 (1970).

- [7] Guszman, M. T.—Kuznecova, I. I.—Gel'man, A. B.: Torboburü dlja burenia almaznümi dolotami. Neftjanoe Hozjajsztvo, 11 9—12 (1972).

Az orosz szövegeket betű szerint (nem kiejtés szerint) kell átírni. A kötet számos kettős aláhúzással, a folyóirat számát egyes aláhúzással adjuk meg. Az oldalakat lehetőleg -tól -ig ajánlatos feltüntetni hosszú kötőjellel.

Ha azonos nevű, de más-más országban megjelenő folyóiratról van szó, a folyóirat megnevezése után zárójelben meg kell adni a megjelenés helyét is, pl. Naftra (Zagreb). Ha egy éven belül a folyóirat kötet-száma változik, pl. World Oil-ból egy évben két kötet jelenik meg 1-től 7-ig terjedő számmal, akkor legcélszerűbb a hónapot kiírva megadni. Pl. World Oil, December 39—46 (1972).

Egyes folyóiratokra a szakmailag ismert rövidítés is alkalmazható (IECh, JPT, Izv., AN SZSZSZR), úgyszintén a szabványos rövidítések a Bulletin, Journal, Zeitschrift, Zsurnal, Revue, Lapok megjelölésére (B., J., Z., Zs. R., L.)

c) Egyéb kiadványok

- [8] MSZ 13 802.

- [9] Strádi G.: Jelentés a propán-butángáz tűzoltói kísérletekről. BM—TOP 2219/70. számú téma. Bp. 1970. IX. 17.

- [10] Operating and service manual of vapor pressure asmmometer. Hewlett-Packard.

Kérjük t. Cikkíróinkat, hogy a kézírataikat a jövőben az előbbieken vázoltak szerint elkészíteni szíveskedjenek!

FÖLDTANI KUTATÁS
szerkesztőbizottsága

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Д-р Ласло Альфельди</i> О роли подземных водотоков в восполнении запасов подземных вод — — — — —	3
<i>Эндре Алмаши</i> Развитие экономики подземных вод и возможности дальнейшего развития в этой области — — — — —	11
<i>Пал Либе</i> Региональный спад напора пластовых вод в свете данных скважин для наблюдений за изменением уровня подземных вод — — — — —	17
<i>Пал Майор</i> История изменения уровня грунтовых вод Венгерского бассейна — — — — —	23
<i>Д-р Имре Палфай</i> Притоки грунтовых вод на поверхность на Большой Венгерской низменности — — — — —	33
<i>Андраш Чепреги</i> Охрана запасов подземных вод конуса — — — — —	39
<i>Андраш Надь</i> Выносов реки Марош — — — — —	51
<i>Д-р Ласло Альфельди</i> О нитрификации подземных вод — — — — —	57
<i>Д-р Тивадар Бёккер</i> Исследование процесса инфильтрации в пределах карстового района — — — — —	63
<i>Бела Ференц</i> Опыт испытания скважин на территории конуса выносов реки Марош — — — — —	71
<i>Д-р Тивадар Бёккер—Пал Либе—Дьёрдь Хёрст</i> Состояние озера Хевиз и его непосредственной окрестности в 1985 г. — — — — —	85
<i>Д-р Тивадар Бёккер—Пал Либе—Д-р Арпад Лорберер—Габор Силады</i> Изменения в главном водоносном горизонте подземных карстовых вод Задунайского среднегорья и в сопряженных с ним водных системах — — — — —	85
<i>Дьёрдь Тот</i> Сеть скважин, используемых Венгерским геологическим институтом, для ведения наблюдений за колебаниями уровня подземных вод — — — — —	91
К авторам статей в наш журнал	97

